LM50 和 LM50HV 业界通用、模拟摄氏温度 (10mV/°C) 传感器，采用 SOT-23 封装

1 特性

- 行业标准级传感器增益/偏移：
  - 10mV/°C，0°C 下 500mV
- LM50HV（下一代）：
  - LM50B/LM50C 的直接替代产品
  - 宽电源电压范围：3V 至 36V
  - 温度精度：
    - 20°C 至 70°C 时：±2°C（最大值）
    - -10°C 至 125°C 时：±2.5°C（最大值）
    - -20°C 至 150°C 时：±3°C（最大值）
  - 静态电流（典型值）：52 µA
  - 非线性度：±1.2°C（最大）
- LM50：
  - 工作电源电压范围：4.5V 至 10V
  - LM50B 温度精度：
    - 25°C 时：±2°C（最大值）
    - ±3°C（最大值）（在温度范围内）
  - LM50C 温度精度：
    - 25°C 时：±3°C（最大值）
    - ±4°C（最大值）（在温度范围内）
  - 静态电流（典型值）：95 µA
  - 非线性度：±0.8°C（最大）
- 提供标准 SOT23-3 封装
- 输出直流阻抗：2kΩ/4kΩ（典型值/最大值）
  - 支持驱动大容性负载
- 专为无 LDO 应用而设计
- UL 认证组件（LM50B、LM50C）

2 应用

- 手机、PC 和笔记本电脑、数据存储
- 电池管理
- 家用和多功能打印机
- 医疗和保健仪器
- HVAC 系统
- 电源模块

3 说明

LM50 和 LM50HV 器件是精密模拟温度传感器，可使用单个正电源测量 –40°C 至 125°C（适用于 LM50）和 –40°C 至 150°C（适用于 LM50HV）的温度。与 NTC 热敏电阻不同，LM50 和 LM50HV 无需任何外部校准、修整或软件线性化，从而简化了电路要求。该器件的输出电压与温度呈线性比例关系 (10mV/°C)，并在 0°C 时具有 500mV 的直流偏移。此偏移允许在无需负电源的情况下读取负温度值。LM50 和 LM50HV 的输出电压范围介于 100mV（在 -40°C 时）至 1.75V（对于 LM50 为 125°C 时）和 2V（对于 LM50HV 为 150°C 时）之间，从而简化了模数转换器 (ADC) 接口连接。

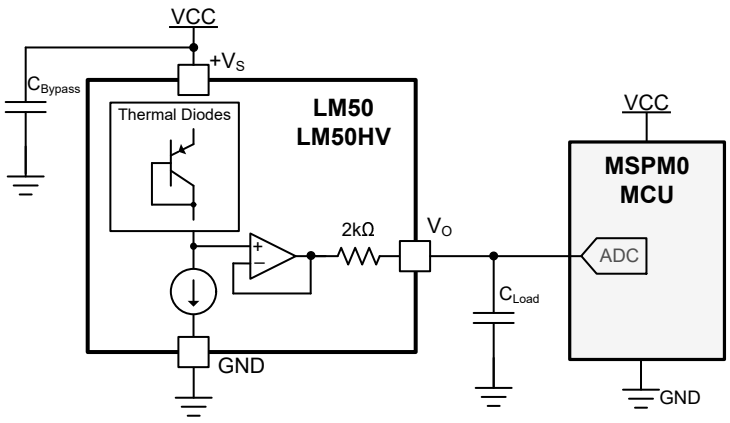
LM50HV 在 3V 至 36V 的宽电源电压范围内具有稳定的功能，因此专为无 LDO 应用而设计。LM50 和 LM50HV 的晶圆级修整和校准可提供长期可用性、低成本和一致的精度：LM50B（温度范围内为 ±3°C），LM50C（温度范围内为 ±4°C）和 LM50HV（-20°C 至 150°C 为 ±3°C）。

封装信息

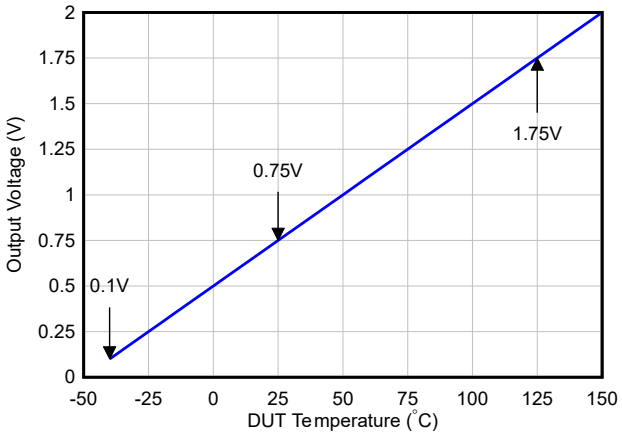
器件型号	封装(1)	封装尺寸(2)
LM50 和 LM50HV	DBZ（SOT-23，3）	2.37mm × 2.92mm

(1) 有关更多信息，请参阅节 11。
(2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。

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）。



简化版原理图



全范围温度传感器 LM50（ –40°C 至 125°C ）和 LM50HV（ –40°C 至 150°C ）

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

内容

1 特性 1
2 应用 1
3 说明 1
4 器件比较 4
5 引脚配置和功能 6
6 规格 7
6.1 绝对最大额定值 7
6.2 ESD 等级 7
6.3 建议运行条件 7
6.4 热性能信息 7
6.5 电气特性：LM50（LM50B 和 LM50C） 8
6.6 电气特性：LM50HV 9
6.7 典型特性（LM50B 和 LM50C） 10
6.8 典型特性 (LM50HV) 14
7 详细说明 18
7.1 概述 18
7.2 功能方框图 18
7.3 特性说明 18
7.4 器件功能模式 18
8 应用和实施 19
8.1 应用信息 19
8.2 典型应用 19
8.3 系统示例 22
8.4 电源相关建议 24
8.5 布局 24
9 器件和文档支持 27
9.1 文档支持 27
9.2 接收文档更新通知 27
9.3 支持资源 27
9.4 商标 27
9.5 静电放电警告 27
9.6 术语表 27
10 修订历史记录 27
11 机械、封装和可订购信息 28

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

4 器件比较

表 4-1. 器件比较

特性	LM50HV	LM50B (1)	LM50C (1) LMT90 (1)	TMP235	LM60 (1)	LM61B (1)	LM20B (1)	LM35 (1)
传感器增益 (mV/°C)	10	10	10	10	6.25	10	-11.77	10
传感器增益类型	固定	固定	固定	固定	固定	固定	固定	固定
0°C 时的偏移电压 (mV)	500	500	500	500	424	600	1864	0
温度范围 (°C)	-40 至 150	-40 至 125	-40 至 125	-40 至 150	-40 至 125	-25 至 85	-55 至 130	-55 至 150
电源规格								
V_{DD} (V)	3 至 36	4.5 至 10	4.5 至 10	2.3 至 5.5	2.7 至 10	2.7 至 10	2.4 至 5.5	4 至 30
I_Q（典型值）(µA)	52	95	95	9	82	82	4.5	67
温度精度								
25°C（典型值）	±1	-	-	±0.5	-	-	-	±0.2
-55°C（最大值）	-	-	-	-	-	-	±2.5	±1
-40°C（最大值）	±3.5	-3.5/3	±4	±2	±3	-	±2.3	±0.9
-30°C（最大值）	±3.5	-3.3/2.85	±3.85	±2	±2.85	-	±2.2	±0.85
-25°C（最大值）	±3.5	-3.2/2.8	±3.8	±2	±2.8	±3	±2.1	±0.8
-20°C（最大值）	±3	-3/2.7	±3.7	±2	±2.7	±2.9	±2.05	±0.8
-10°C（最大值）	±2.5	-2.8/2.5	±3.5	±2	±2.5	±2.7	±1.95	±0.7
0°C（最大值）	±2.5	-2.6/2.4	±3.4	±1	±2.4	±2.5	±1.9	±0.65
20°C（最大值）	±2	±2.1	±3.1	±1	±2.1	±2.1	±1.55	±0.5
25°C（最大值）	±2	±2	±3	±1	±2	±2	±1.5	±0.5
30°C（最大值）	±2	±2.05	±3.05	±1	±2.05	±2.1	±1.5	±0.5
70°C（最大值）	±2	±2.45	±3.45	±1	±2.45	±2.75	±1.9	±0.7
80°C（最大值）	±2.5	±2.55	±3.55	±2	±2.55	±2.9	±2	±0.7
85°C（最大值）	±2.5	±2.6	±3.6	±2	±2.6	±3	±2.1	±0.75
100°C（最大值）	±2.5	±2.75	±3.75	±2	±2.75	-	±2.2	±0.8
125°C（最大值）	±2.5	±3	±4	±2	±3	-	±2.5	±0.9
130°C（最大值）	±3	-	-	±2	-	-	±2.5	±0.9
150°C（最大值）	±3	-	-	±2	-	-	-	±1

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 4-1. 器件比较（续）

特性	LM50HV	LM50B (1)	LM50C (1) LMT90 (1)	TMP235	LM60 (1)	LM61B (1)	LM20B (1)	LM35 (1)
封装尺寸								
尺寸 [mm × mm × mm]	SOT23（3 引脚）2.4 × 2.9 × 1.1			SOT23（3 引脚）2.4 × 2.9 × 1.1SC70（5 引脚）2.1 × 2.0 × 1.1	SOT23（3 引脚）2.4 × 2.9 × 1.1TO92（3 引脚）4.8 × 7.4 × 3.7		SC70（5 引脚）2.1 × 2.0 × 1.1DSBGA（4 引脚）0.96 × 0.96 × 0.6	SOIC（8 引脚）6.0 × 4.9 × 1.75TO92（3 引脚）4.8 × 7.4 × 3.7TOCAN（3 引脚）4.7 × 4.7 × 2.67TO220（3 引脚）10 × 15 × 4.6

1. LM50B、LM50C、LMT90、LM60、LM61B、LM20B 和 LM35 温度精度限制来自“精度与温度间的关系”图。

表 4-2. LM50 和 LM50HV 器件可订购选项

器件名称	器件型号	在温度范围内的精度	额定温度范围	电源电压范围	封装
LM50	LM50BIM3	-3.5°C/3°C	–25°C ≤ T_A ≤ +100°C	4.5V 至 10V	SOT-23 (DBZ) 3 引脚
	LM50BIM3X/NOPB [1]		–25°C ≤ T_A ≤ +100°C（旧芯片）		
			–40°C ≤ T_A ≤ +125°C（新芯片）		
	LM50CIM3	±4°C	–40°C ≤ T_A ≤ +125°C		
	LM50CIM3X				
	LM50CIM3X/NOPB		–40°C ≤ T_A ≤ +125°C（旧芯片和新芯片）		
LM50HV	LM50HVDBZR	±2°C	20°C ≤ T_A ≤ +70°C	3V 至 36V	
		±2.5°C	–10°C ≤ T_A ≤ +125°C		
		±3.5°C	–40°C ≤ T_A ≤ +125°C		
		±3°C	–20°C ≤ T_A ≤ +150°C		
		±3.5°C	–40°C ≤ T_A ≤ +150°C		

1. LM50BIM3X/NOPB（旧芯片）的工作温度范围为 –25°C 至 100°C，而 LM50BIM3X/NOPB（新芯片）的工作温度范围为 –40°C 至 125°C。

表 4-3. LM50 和 LM50HV 器件命名规则详情

产品	说明
LM50**x**l**yyy**	**x** 表示器件具有 **B** 或 **C** 型号。这些器件可以随附旧芯片（CSO：GF6 或 SHE）或新芯片（CSO：RFB）具有不同*芯片源 (CSO)*。卷带封装标签提供日期代码信息以区分正在使用的芯片。新芯片和旧芯片的器件性能通篇进行了说明。 **yyy** 表示器件的封装类型，可为 **M3**、**M3X** 和 **M3X/NOPB**，均采用 DBZ（SOT-23 3 引脚）。
LM50HV**yyy**R	LM50HV 只有 CSO：RFB。 **yyy** 表示器件的封装类型为 **DBZ**（SOT-23 3 引脚）。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

5 引脚配置和功能

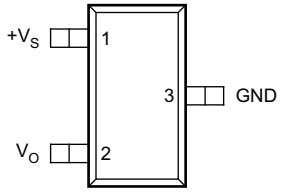


图 5-1. DBZ 封装 3 引脚 SOT-23 顶视图

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型	说明
编号	名称		
1	$+V_S$	电源	正极电源引脚。
2	V_O	输出	温度传感器模拟输出。
3	GND	接地	器件接地，连接到电源负极端子。

Copyright © 2025 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
电源电压，$+V_S$	LM50（LM50B 和 LM50C）	-0.2	12	V
	LM50HV	-0.2	39.6	
输出电压，V_O	LM50（LM50B 和 LM50C）	-1	$+V_S$ + 0.6(2)	V
	LM50HV	-0.3	$+V_S$ + 0.3(2)	
输出电流，I_{OUT}			10	mA
最大结温，T_J			150	°C
贮存温度，T_{stg}	LM50（LM50B 和 LM50C）	-65	150	°C
	LM50HV	-65	175	

(1) 超出*绝对最大额定值*范围运行可能会导致器件永久损坏。*绝对最大额定值*并不表示器件在这些条件下或在*建议的工作条件*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。
(2) LM50 的最大电压不得超过 12V，LM50HV 的最大电压不得超过 39.6V。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$，静电放电	LM50（LM50B 和 LM50C）	人体放电模型 (HBM)，符合 JESD22-A114 标准(1)	±2000	V
	LM50HV		±2500	
	LM50（LM50B 和 LM50C）	充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JESD22-C101	±750	V
	LM50HV		±1000	

(1) 人体放电模型是一个通过 1.5kΩ 电阻器对每个引脚放电的 100pF 电容器。机器模型是一个直接对每个引脚放电的 200pF 电容器。

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	最大值	单位
$+V_S$	电源电压	LM50（LM50B 和 LM50C）		4.5	10	V
		LM50HV		3	36	
T_{MIN}、T_{MAX}	额定温度	LM50B	旧芯片	-25	100	°C
			新芯片	-40	125	
		LM50C		-40	125	
		LM50HV		-40	150	

6.4 热性能信息

热指标(1)		LM50		LM50HV	单位
		DBZ (SOT-23) 旧芯片	DBZ (SOT-23) 新芯片	DBZ (SOT-23)	
		3 引脚	3 引脚	3 引脚	
$R_{\theta JA}$	结至环境热阻	291.9	240.6	240.6	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	结至外壳（顶部）热阻	114.3	144.5	144.5	°C/W
$R_{\theta JB}$	结至电路板热阻	62.3	72.3	72.3	°C/W
ψ_{JT}	结至顶部特征参数	7.4	28.7	28.7	°C/W
ψ_{JB}	结至电路板特征参数	61	71.7	71.7	°C/W

(1) 有关新旧热指标的更多信息，请参阅半导体和 IC 封装热指标应用手册。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.5 电气特性：LM50（LM50B 和 LM50C）

LM50：+V_S = 5V（直流）且 I_{LOAD} = 0.5μA、T_A = T_J = 25°C（除非另有说明）(1)
LM50B（仅限旧芯片）：T_A = T_{MIN} 至 T_{MAX} =-25°C 至 100°C
LM50B（新芯片）和 LM50C（新芯片和旧芯片）：T_A = T_{MIN} 至 T_{MAX} =-40°C 至 125°C

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
传感器精度							
T_{ACY}	温度精度(2)	T_A = 25°C	LM50B（旧芯片）	-2		2	°C
		T_A = T_{MAX} = 100°C		-3		3	
		T_A = T_{MIN} = -25°C		-3.5		3	
		T_A = 25°C	LM50B（新芯片）	-2		2	°C
		T_A = T_{MAX} = 125°C		-3		3	
		T_A = T_{MIN} = -40°C		-3.5		3	
		T_A = 25°C	LM50C	-3		3	°C
		T_A = T_{MAX} = 125°C		-4		4	
		T_A = T_{MIN} = -40°C		-4		4	
传感器输出							
$V_{0℃}$	0°C 时的输出失调电压				500		mV
T_C	温度系数（传感器增益）	T_A = T_J = T_{MIN} 至 T_{MAX}		9.7	10	10.3	mV/°C
V_{ONL}	输出非线性(3)	T_A = T_J = T_{MIN} 至 T_{MAX}	LM50	-0.8		0.8	°C
Z_{OUT}	输出阻抗	T_A = T_J = T_{MIN} 至 T_{MAX}			2000	4000	Ω
T_{ON}	开通时间		LM50（旧芯片）		5		μs
			LM50（新芯片）		30		
T_{LTD}	长期稳定性和漂移(4)	T_J = 125°C，1000 小时	LM50		±0.08		°C
电源							
I_{DD}	工作电流	T_A = T_{MIN} 至 T_{MAX} 4.5V ≤ +V_S ≤ 10V	LM50（旧芯片）		95	180	μA
			LM50（新芯片）		52	90	
PSR	线性调整率(5)	T_A = T_{MIN} 至 T_{MAX} 4.5V ≤ +V_S ≤ 10V	LM50	-1.2		1.2	mV/V
ΔI_{DD}	静态电流变化量	T_A = T_{MIN} 至 T_{MAX} 4.5V ≤ +V_S ≤ 10V	LM50（旧芯片）			2	μA
			LM50（新芯片）			8	
I_{DD_TEMP}	静态电流的温度系数	T_A = T_{MIN} 至 T_{MAX} 4.5V ≤ +V_S ≤ 10V	LM50B		1		μA/°C
			LM50C		2		

(1) 限值特定于 TI 的 AOQL（平均出厂质量水平）。
(2) 精度定义为在指定的电压、电流和温度条件下，输出电压与 10mv/°C 乘以器件外壳温度加 500mV 之间的误差（以 °C 表示）。
(3) 非线性被定义为输出电压和温度的关系曲线在器件的额定温度范围内与最佳拟合直线的偏差。
(4) 为了获得最佳的长期稳定性，任何精密电路在开始长期寿命测试之前，如果器件在较高温度下老化，及/或温度循环至少 46 小时，将能提供最佳效果。当小型（表面贴装）器件进行波焊时尤其如此；留出时间让应力放松。大多数漂移将在高温下发生在前 1000 小时内。1000 小时后的漂移不会以第一个 1000 小时的速率持续。
(5) 调整率是在恒定结温下使用低占空比脉冲测试进行测量的。由热效应引起的输出变化可以通过内部耗散乘以热阻来计算。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.6 电气特性：LM50HV

LM50HV ：$+V_S$ = 3V 至 36V（直流）且无 I_{LOAD}，T_A = –40°C 至 150°C（除非另有说明）；典型规格为：T_A = 25°C 且 $+V_S$ = 5V（除非另有说明）(1)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
传感器精度							
T_{ACY}	温度精度(2)	T_A = 25°C	LM50HV		±1		°C
		T_A = 20°C 至 70°C		-2		2	
		T_A = -10°C 至 125°C		-2.5		2.5	
		T_A = –40℃ 至 125℃		-3.5		3.5	
		T_A = -20°C 至 150°C，3.1V ≤ $+V_S$		-3		3	
		T_A = -40°C 至 150°C		-3.5		3.5	
传感器输出							
$V_{0℃}$	0°C 时的输出失调电压				500		mV
T_C	温度系数（传感器增益）	T_A = -40°C 至 150°C		9.7	10	10.3	mV/°C
V_{ONL}	输出非线性(3)	T_A = -40°C 至 150°C		-1.2		1.2	°C
Z_{OUT}	输出阻抗	T_A = -40°C 至 150°C			2000	4000	Ω
T_{ON}	开通时间	T_A = 25°C，无 C_{Load}，t_r = 1µs 的 $+V_S$ 阶跃			40		µs
T_{LTD}	长期稳定性和漂移(4)	T_J = 150°C，300 小时			±0.25		°C
C_{LOAD}	容性负载驱动	R_l = 0Ω				1	µF
t_{RESP_L}	响应时间（搅拌液体）	τ = 63%，用于阶跃响应（0.5 英寸× 0.5 英寸，双层 62mil PCB）	从 22°C 到 100°C		1.7		s
t_{RESP_A}	响应时间（静止空气）		从 18°C 到 100°C		15.6		
电源							
I_{DD}	工作电流	T_A = -40°C 至 150°C 3V ≤ $+V_S$ ≤ 36V			52	130	µA
I_{OUT-SC}	输出短路电流限制	V_O 短路拉电流				1	mA
PSR	线性调整率(5)	T_A = -40°C 至 150°C 3V ≤ $+V_S$ ≤ 36V		-0.6		0.6	mV/V
PSRR	电源抑制比	T_A = 25°C $+V_S$ = 3.3V、5V 和 12V	f = 1MHz		-25		dB
			f = 100kHz		-40		
ΔI_{DD}	静态电流变化量	T_A = -40°C 至 150°C 3V ≤ $+V_S$ ≤ 36V				30	µA
I_{DD_TEMP}	静态电流的温度系数	T_A = -40°C 至 150°C 3V ≤ $+V_S$ ≤ 36V			0.3		µA/°C
V_{ON-TH}	导通阈值电压	T_A = -40°C 至 150°C			2.1	2.8	V
V_{OFF-TH}	静态电流的温度系数	T_A = -40°C 至 150°C		1.7	2.1		V

(1) 这些限值特定于 TI 的 AOQL（平均出厂质量水平）。
(2) 精度定义为在指定的电压、电流和温度条件下，输出电压与 10mv/°C 乘以器件外壳温度加 500mV 之间的误差（以 °C 表示）。
(3) 非线性被定义为输出电压和温度的关系曲线在器件的额定温度范围内与最佳拟合直线的偏差。
(4) 在 150°C 结温下进行加速使用寿命测试可确定长期稳定性和漂移。
(5) 调整率是在恒定结温下使用低占空比脉冲测试进行测量的。由热效应引起的输出变化可以通过内部耗散乘以热阻来计算。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性（LM50B 和 LM50C）

为了生成这些曲线，将器件安装在印刷电路板上，如 图 8-14 或 图 8-15 所示。

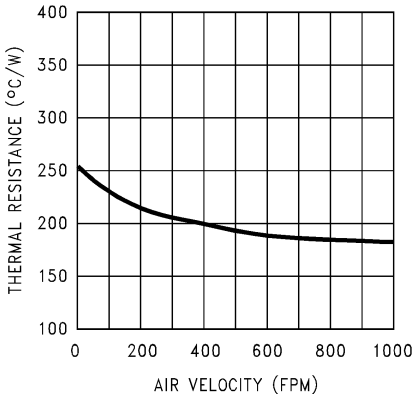


图 6-1. 结至环境热阻（旧芯片）

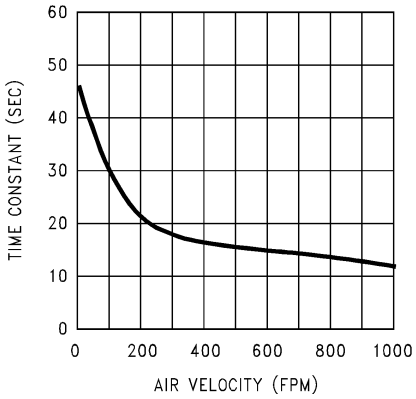


图 6-2. 热时间常数（旧芯片）

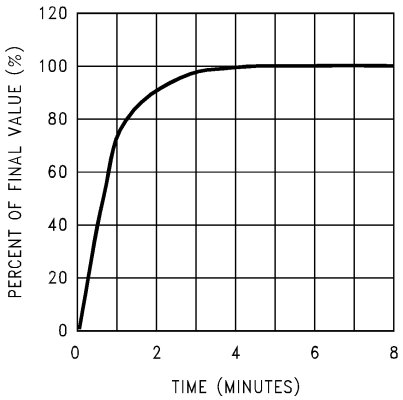


图 6-3. 带散热器时静止空气中的热响应（旧芯片）

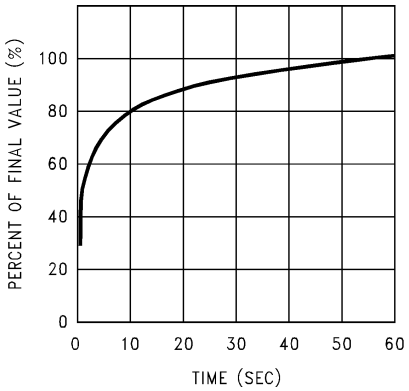


图 6-4. 带散热器时搅拌油浴中的热响应（旧芯片）

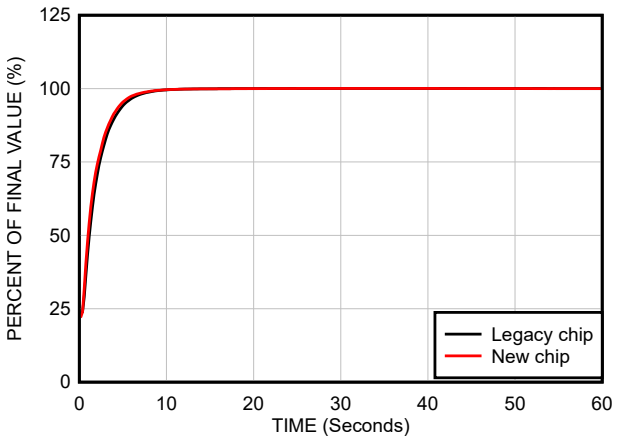


图 6-5. 带散热器时搅拌油浴中的热响应（0.5 英寸× 0.5 英寸 PCB 板）

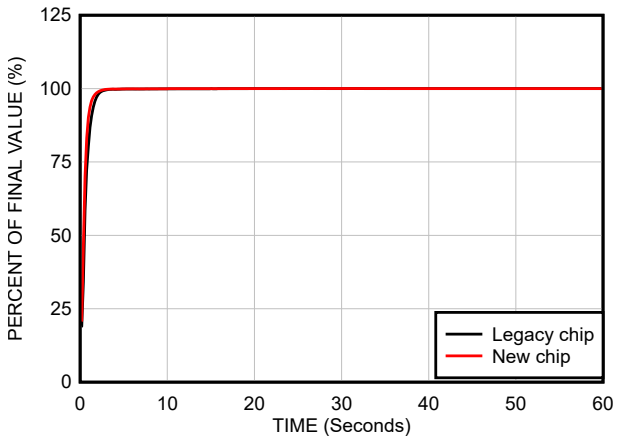


图 6-6. 不带散热器时搅拌油浴中的热响应

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性（LM50B 和 LM50C）（续）

为了生成这些曲线，将器件安装在印刷电路板上，如 图 8-14 或 图 8-15 所示。

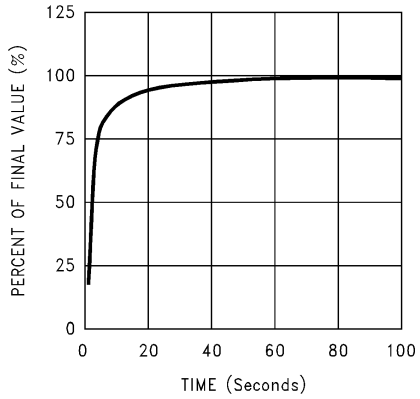


图 6-7. 不带散热器时静止空气中的热响应（旧芯片）

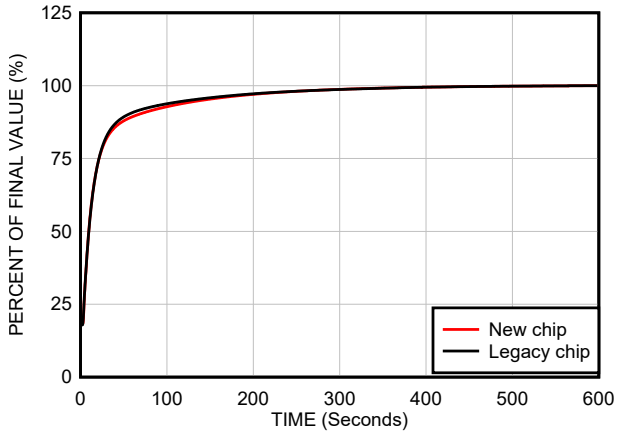


图 6-8. 不带散热器时静止空气中的热响应（新测试设置中既有旧芯片也有新芯片）

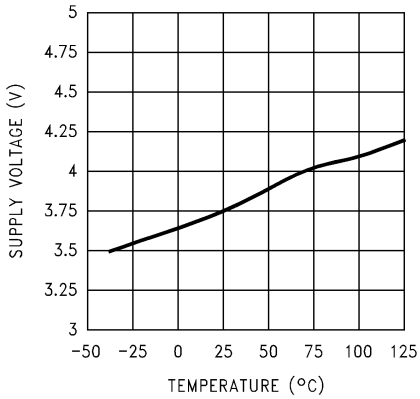


图 6-9. 启动电压与温度之间的关系（旧芯片）

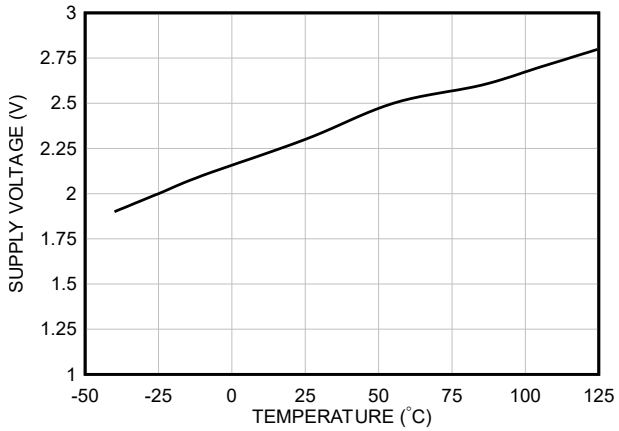


图 6-10. 启动电压与温度之间的关系（新芯片）

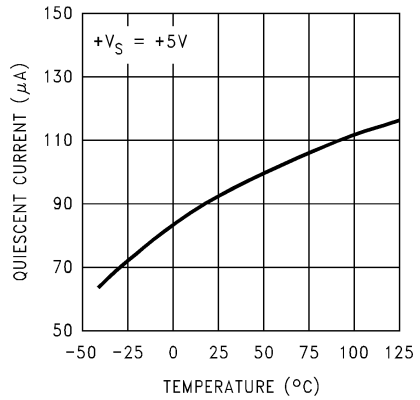


图 6-11. 静态电流与温度之间的关系（旧芯片）

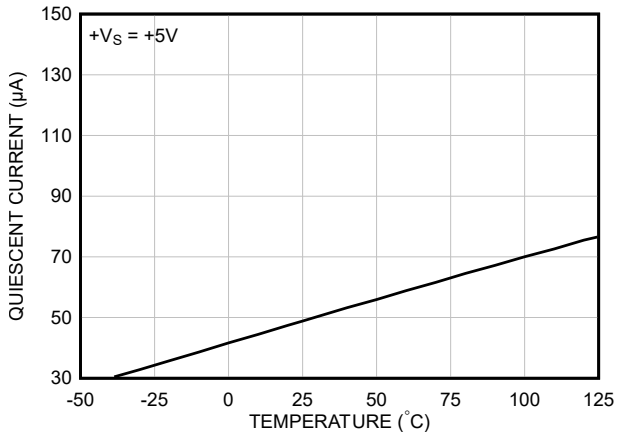


图 6-12. 静态电流与温度之间的关系（新芯片）

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性（LM50B 和 LM50C）（续）

为了生成这些曲线，将器件安装在印刷电路板上，如 图 8-14 或 图 8-15 所示。

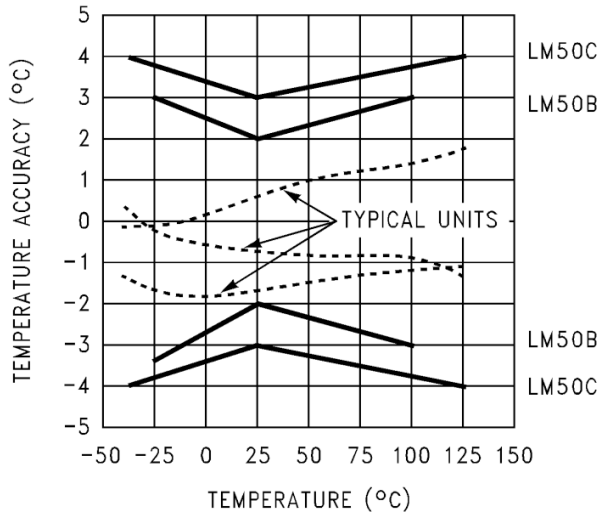


图 6-13. 精度与温度之间的关系（旧芯片）

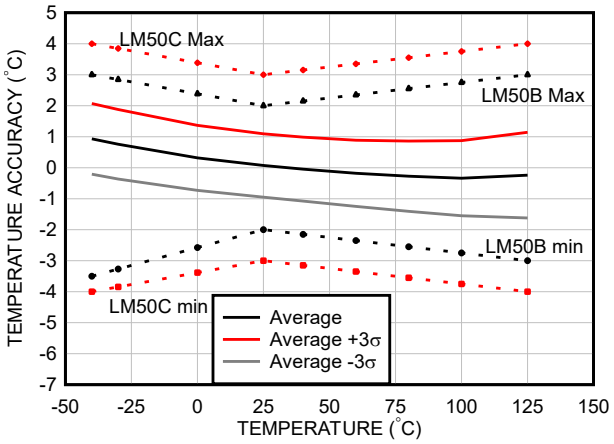


图 6-14. 精度与温度之间的关系（新芯片）

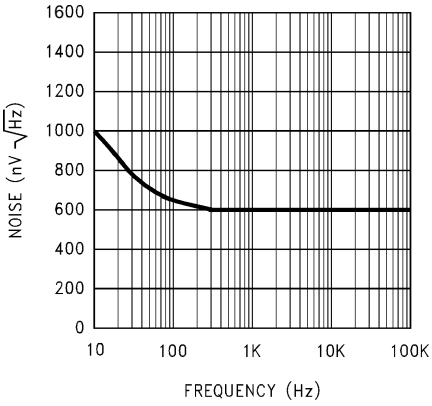


图 6-15. 噪声电压（旧芯片）

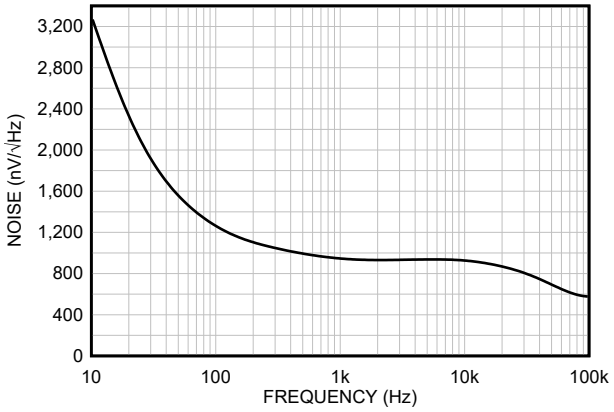


图 6-16. 噪声电压（新芯片）

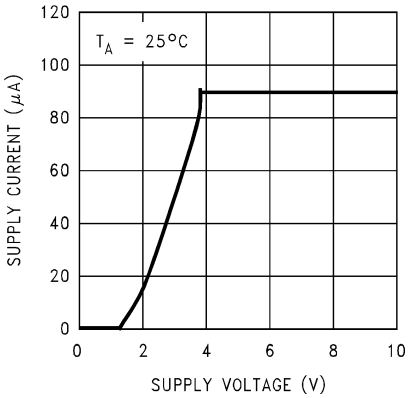


图 6-17. 电源电流与电源电压之间的关系（旧芯片）

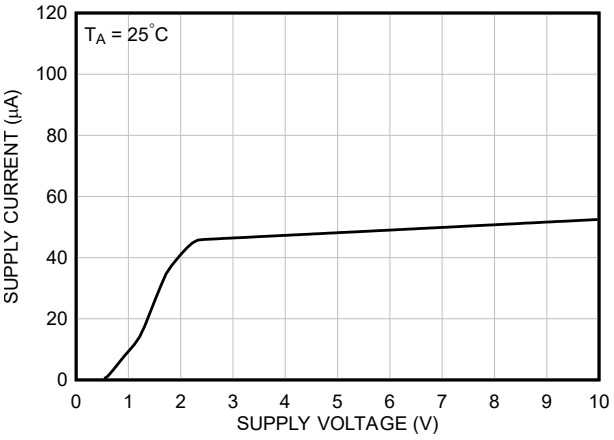


图 6-18. 电源电流与电源电压之间的关系（新芯片）

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.7 典型特性（LM50B 和 LM50C）（续）

为了生成这些曲线，将器件安装在印刷电路板上，如 图 8-14 或 图 8-15 所示。

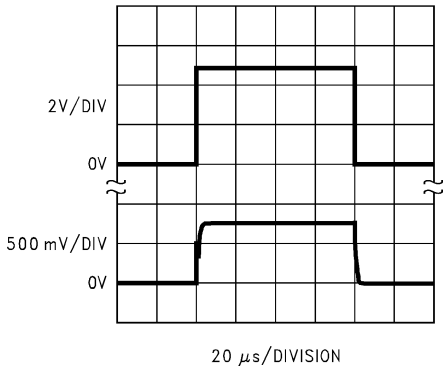


图 6-19. 启动响应（旧芯片）

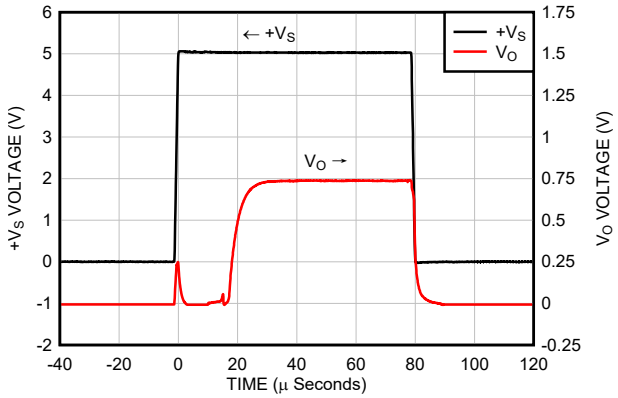
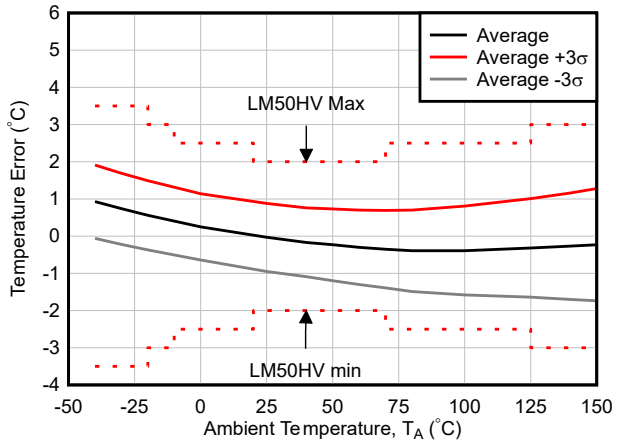


图 6-20. 启动响应（新芯片）

6.8 典型特性 (LM50HV)

在 T_A = 25°C 且 $+V_S$ = 5V 时测得（除非另有说明）



+V_S = 5V 且无 I_{Load}

图 6-21. 精度与环境温度间的关系

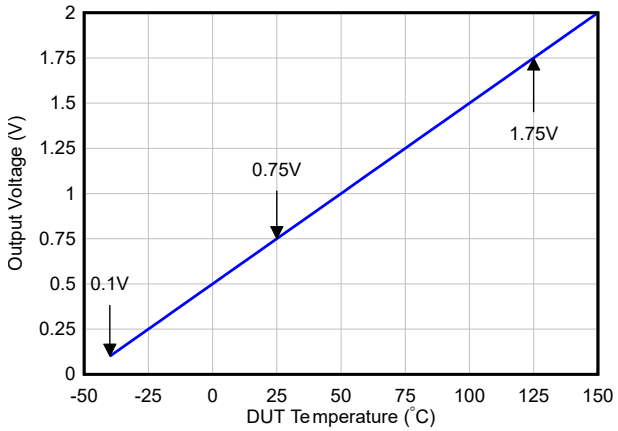


图 6-22. V_O 与环境温度间的关系

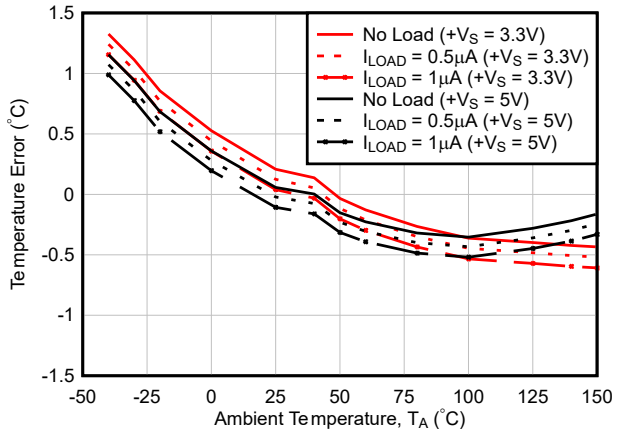


图 6-23. 不同负载下精度与环境温度间的关系

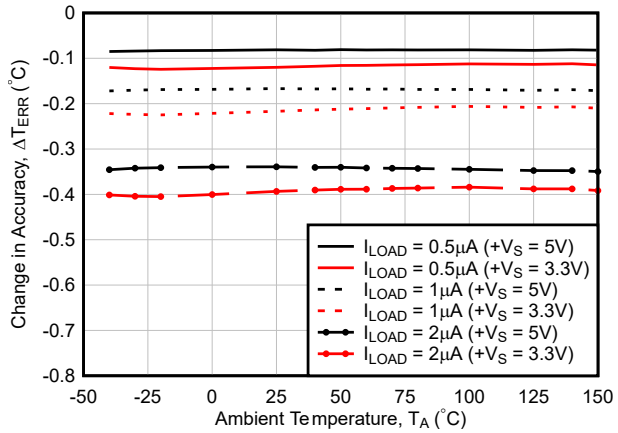


图 6-24. 精度与温度变化间的关系

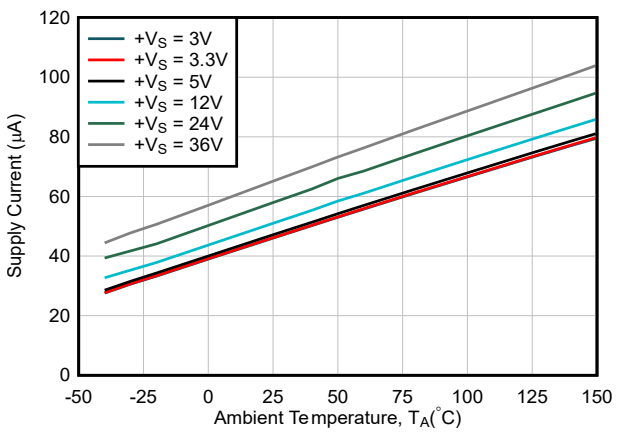


图 6-25. 电源电流与环境温度间的关系

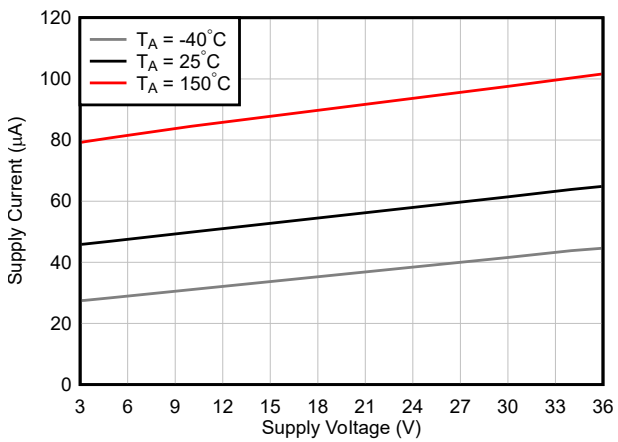


图 6-26. 电源电流与电源电压间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.8 典型特性 (LM50HV) （续）

在 T_A = 25°C 且 $+V_S$ = 5V 时测得（除非另有说明）

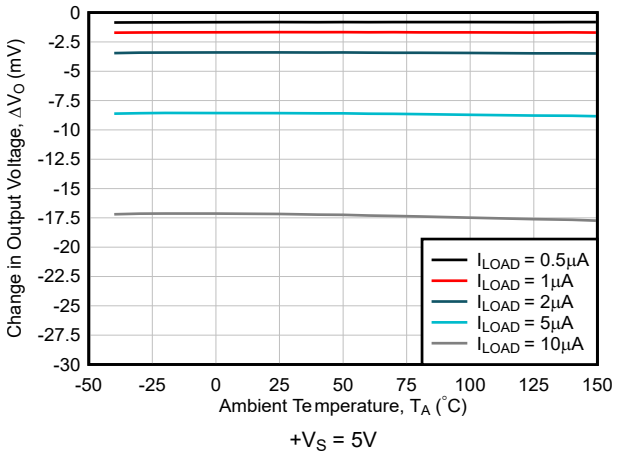


图 6-27. 负载调节与环境温度间的关系

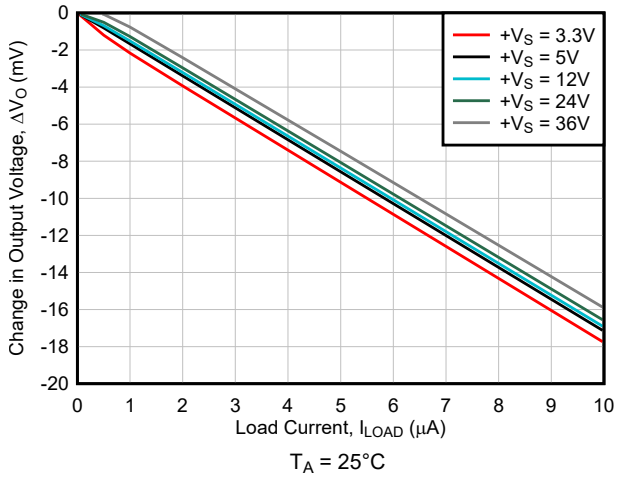


图 6-28. 输出电压与负载电流变化间的关系

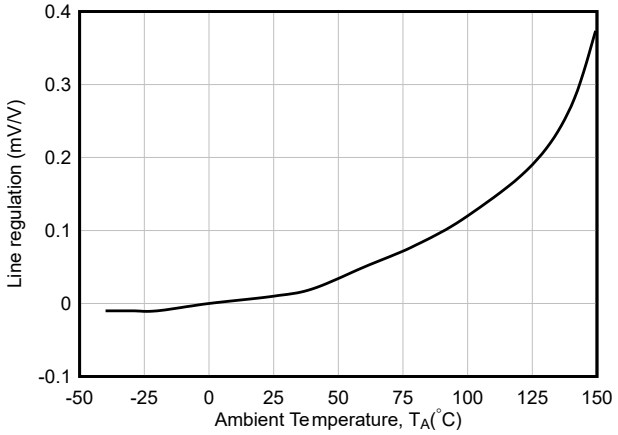


图 6-29. 线路调整与环境温度间的关系

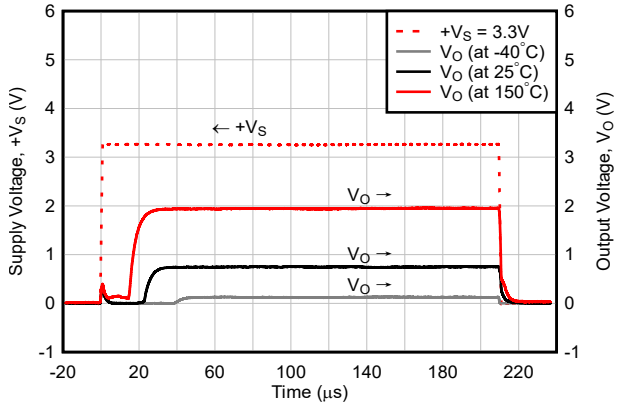
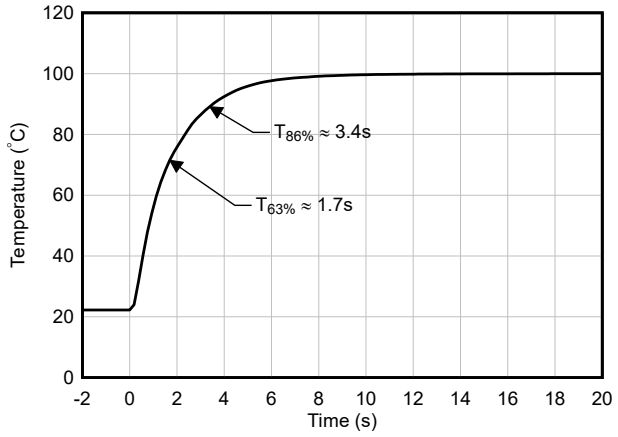


图 6-30. $+V_S$ = 3.3V 阶跃时的启动响应（当 t_r = 1 µs、无 C_{Load} 和 $C_{By\text{-}pass}$ 时）

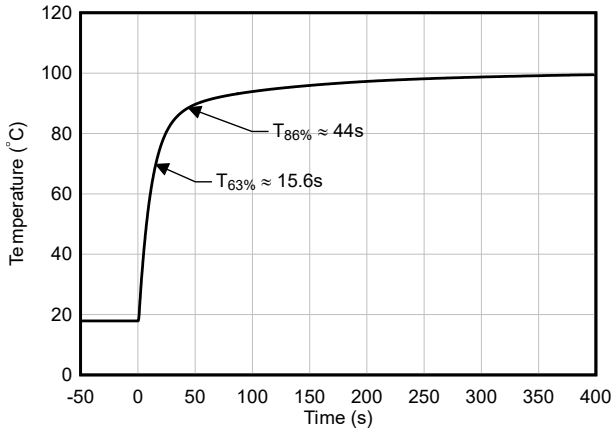
6.8 典型特性 (LM50HV) （续）

在 T_A = 25°C 且 $+V_S$ = 5V 时测得（除非另有说明）



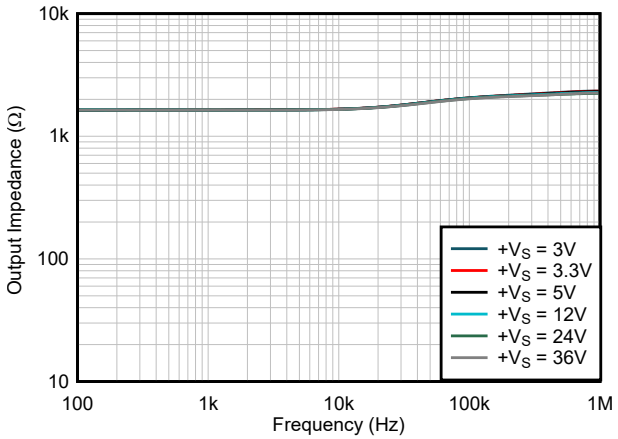
2 层 62mil 刚性 PCB，2oz 铜

图 6-31. 搅拌油浴中的热响应（0.5 英寸 × 0.5 英寸 PCB 板）



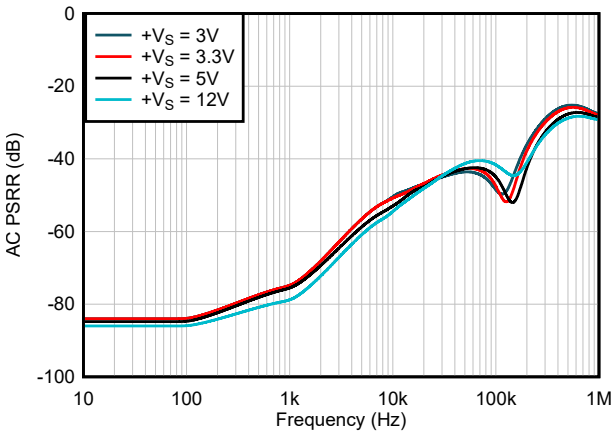
2 层 62mil 刚性 PCB，2oz 铜

图 6-32. 静止空气中的热响应（0.5 英寸 × 0.5 英寸 PCB 板）



T_A = 25°C

图 6-33. 输出阻抗与频率间的关系



T_A = 25°C

图 6-34. 电源抑制比与频率间的关系

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

6.8 典型特性 (LM50HV)（续）

在 T_A = 25°C 且 $+V_S$ = 5V 时测得（除非另有说明）

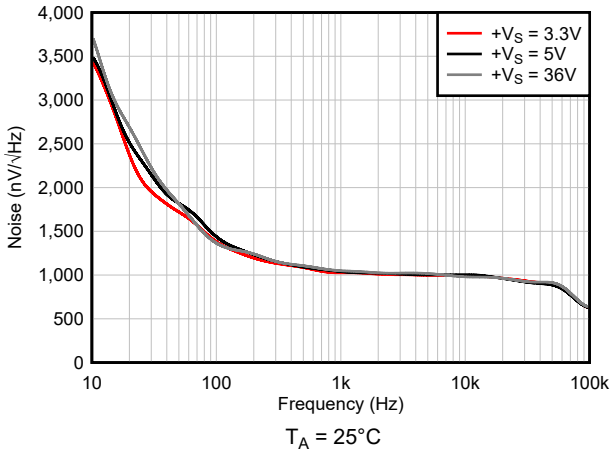


图 6-35. 输出噪声密度

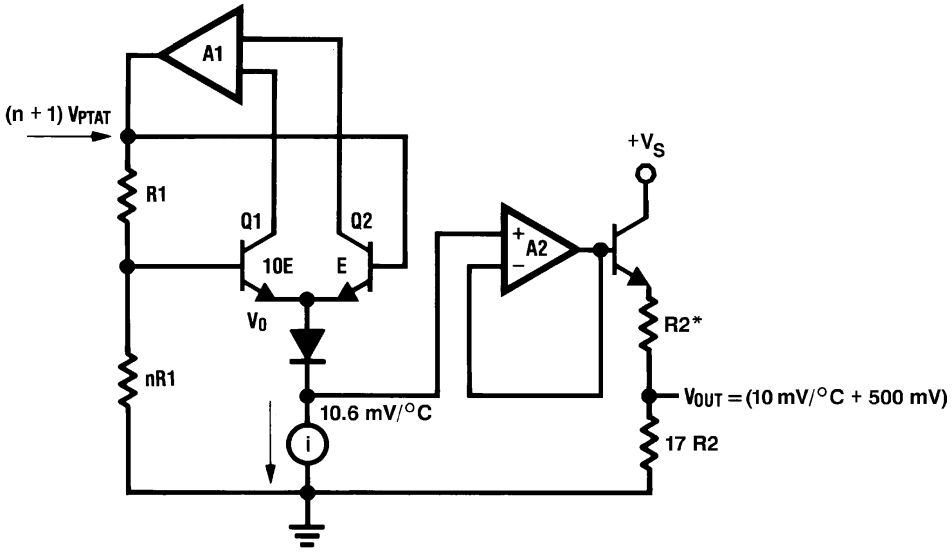
7 详细说明

7.1 概述

LM50 和 LM50HV 器件是精密集成电路温度传感器，可使用单个正电源感应 –40°C 至 125°C（适用于 LM50）或 –40°C 至 150°C（适用于 LM50HV）的温度范围。LM50 和 LM50HV 的输出电压具有 10mV/°C 的正温度斜率。其包含 500mV 的偏移，可在单电源偏置时实现负温度检测。

温度检测元件由 ΔV_{BE} 架构组成。温度检测元件经缓冲放大器连接至 V_O 引脚。放大器有一个简单的 A 类输出级，输出阻抗典型值为 2kΩ，如 *功能方框图* 所示。

7.2 功能方框图



*R2≅2k，典型漂移为 1300ppm/°C。

7.3 特性说明

7.3.1 LM50 和 LM50HV 传递函数

LM50 和 LM50HV 遵循简单的线性传递函数，以实现 *节 6.5* 和节 6.6 表中所列的精度。

使用 方程式 1 计算 V_O 的值。

$$V_O = 10mV/°C \times T\ °C + 500mV \quad (1)$$

其中

- T 为温度 (°C)
- V_O 是 LM50 和 LM50HV 输出电压

7.4 器件功能模式

该器件的唯一功能模式是与温度成反比的模拟输出。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8 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。

8.1 应用信息

LM50 和 LM50HV 具有宽电源范围和 10mV/°C 的输出斜率以及 500mV 直流偏移。因此，这些器件可轻松应用于许多温度检测应用中，其中正负温度需要单电源。LM50HV 器件专为无 LDO 应用而设计，配备的电源轨为 12V、24V 和 36V，可在 3V 至 36V 的宽电源电压范围内实现稳定运行。

8.2 典型应用

8.2.1 全量程摄氏温度传感器

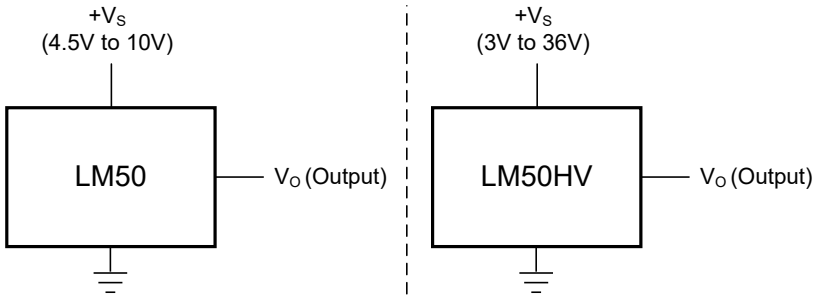


图 8-1. 全范围摄氏温度传感器 LM50（ –40°C 至 125°C ）和 LM50HV（ –40°C 至 150°C ）

8.2.1.1 设计要求

本设计示例使用表 8-1 中所列的参数作为输入参数。

表 8-1. 设计参数

参数	值 (LM50)	值 (LM50HV)
电源电压	4.5V 至 10V	3V 至 36V
输出阻抗	4kΩ（最大值）	4kΩ（最大值）
25°C 时的精度	±2°C/±3°C（最大值）	±1°C（典型值）
–10°C 至 125°C 范围内的精度	-3.5/+3°C/±4°C（最大值）	±2.5°C（最大值）
–40°C 至 125°C 范围内的精度		±3.5°C（最大值）
–20°C 至 150°C 范围内的精度	-	±3°C（最大值）
–40°C 至 150°C 范围内的精度	-	±3.5°C（最大值）
温度斜率	10mV/°C	10mV/°C

8.2.1.2 详细设计过程

LM50 和 LM50HV 是一款提供模拟输出的简单温度传感器。因此，与布局相关的设计要求比其他要求更重要。有关更多信息，请参阅 *布局*。

8.2.1.2.1 电容旁路和负载

LM50 和 LM50HV 器件能够很好地处理电容负载。LM50 和 LM50HV 无需任何特殊的预防措施，即可驱动高达 1μF 的电容负载。这些器件具有标称 2kΩ 输出阻抗（如 *功能方框图* 所示）。输出电阻器的温度系数约为 1300ppm/°C。考虑到该温度系数和电阻器的初始容差，器件的输出阻抗不会超过 4kΩ。在噪声极大的环境中，可能需要添加滤波以更大限度地减少噪声拾取。TI 建议在 $+V_S$ 和 GND 之间添加一个 0.1μF 电容器以旁路电源电

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

压。可能需要在 V_O 和接地端之间添加一个电容器 (C_{Load})。具有 4kΩ 输出阻抗的 1µF 输出电容器形成一个 40Hz 的低通滤波器。由于 LM50 和 LM50HV 的热时间常数比 RC 形成的 25ms 时间常数慢得多，因此器件的整体响应时间不会受到显著影响。对于更大的电容器，这种额外的时间滞后会增加 LM50 和 LM50HV 的总体响应时间。

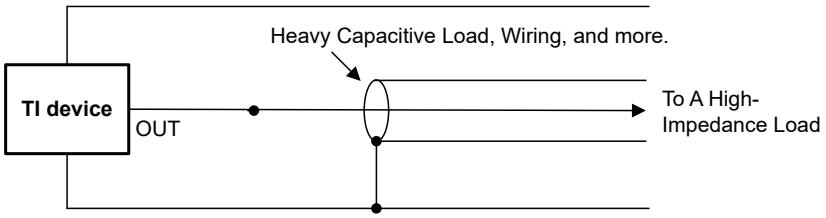


图 8-2. LM50 和 LM50HV 电容负载无需去耦

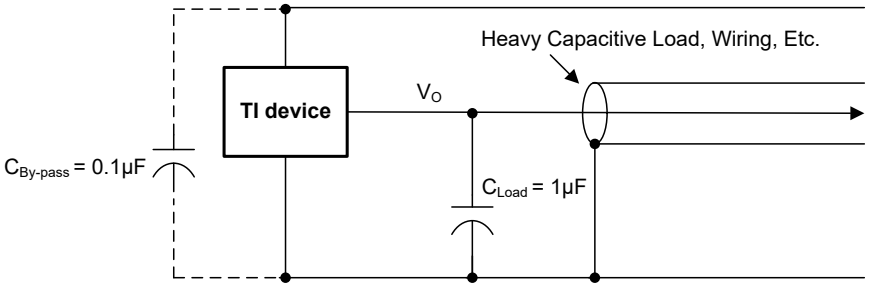


图 8-3. 具有滤波器且适用于噪声环境的 LM50 和 LM50HV

为了避免启动电源（输入）响应的出现干扰，尤其是当 LM50（新芯片）和 LM50HV 器件上未使用 $C_{By-pass}$ 时（如图 6-20、图 8-4 和图 8-5 所示），必须在 V_O 和接地之间放置最小 C_{Load}，特别是当在比较器电路中使用 LM50（新芯片）和 LM50HV 器件时。

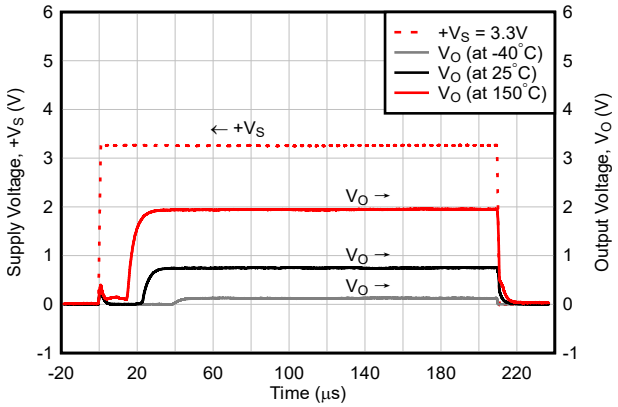


图 8-4. $+V_S$ = 3.3V 阶跃时的启动响应（当 t_r = 1 µs、无 C_{Load} 和 $C_{By-pass}$ 时）

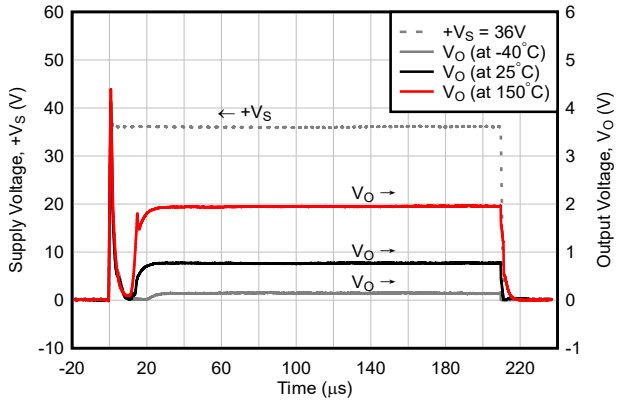


图 8-5. $+V_S$ = 36V 阶跃时的启动响应（当 t_r = 1 µs，无 C_{Load} 和 $C_{By-pass}$ 时）

最小 C_{Load} 电容器随不同的工作温度范围和电源斜升速率而变化，如表 8-2 所示。请注意，上升时间 (t_r) 可通过以下公式转换为电源 (SR) 的斜升速率：SR (V/µs) = 0.8 × $+V_S$ (V) / t_r (µs)。

表 8-2. 避免电源启动阶跃响应出现干扰过冲所需的最小 C_{Load}（无 $C_{By-pass}$）

负载电容	$+V_S$ = 3.3V		$+V_S$ = 5V		$+V_S$ = 36V	
	t_r = 0.1 µs	t_r = 1 µs	t_r = 0.1 µs	t_r = 1 µs	t_r = 0.1 µs	t_r = 1 µs
C_{Load}（最小值）T_A = -40°C 时	0.33nF	0.33nF	0.47nF	0.47nF	10nF	10nF

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

表 8-2. 避免电源启动阶跃响应出现干扰过冲所需的最小 C_{Load}（无 $C_{By-pass}$）（续）

负载电容	$+V_S$ = 3.3V		$+V_S$ = 5V		$+V_S$ = 36V	
	t_r = 0.1 µs	t_r = 1 µs	t_r = 0.1 µs	t_r = 1 µs	t_r = 0.1 µs	t_r = 1 µs
C_{Load}（最小值）T_A = 25°C 时	0.02nF	不适用	0.05nF	0.05nF	0.68nF	0.68nF
C_{Load}（最小值）T_A = 150°C 时	不适用	不适用	不适用	不适用	0.12nF	0.12nF

图 8-6 和图 8-7 显示斜升速率约为 3.3V/µs 时 3.3V 和 36V 电源的启动阶跃响应（不使用 $C_{By-pass}$）。各图显示消除干扰过冲时空载和所需最小 C_{Load} 的输出响应。工作温度为 –40°C 时会发生最坏情况（如表 8-2 所示）。

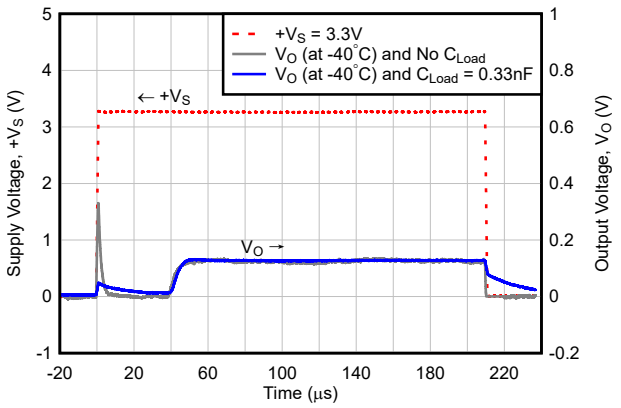


图 8-6. SR = 3.3V/µs 且无 $C_{By-pass}$ 时，$+V_S$ = 3.3V 阶跃的启动响应（无 C_{Load} 且 C_{Load} = 0.33nF）

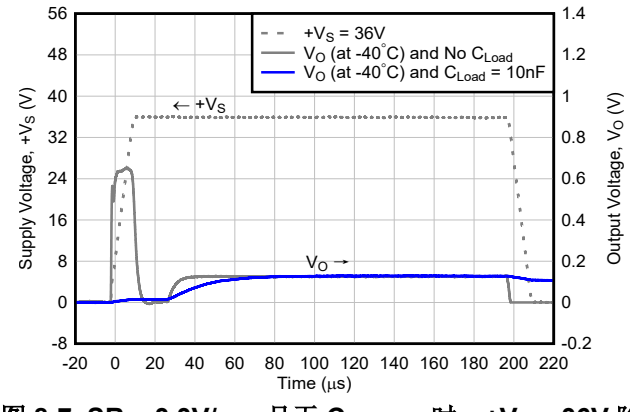


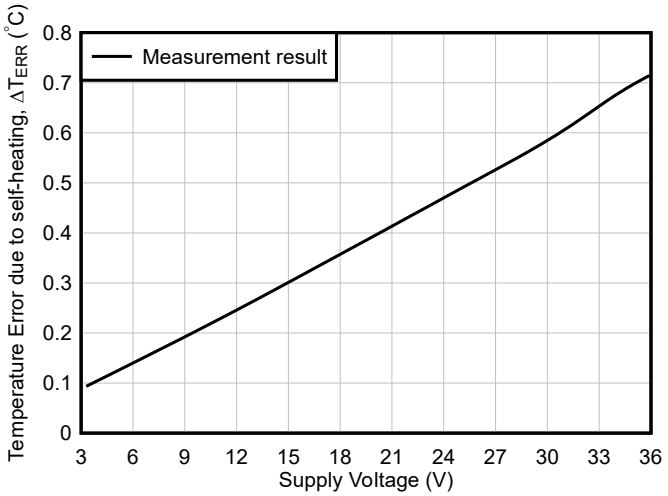
图 8-7. SR = 3.3V/µs 且无 $C_{By-pass}$ 时，$+V_S$ = 36V 阶跃的启动响应（无 C_{Load} 且 C_{Load} = 10nF）

备注

TI 建议添加一个最小 0.1µF $C_{By-pass}$（在 $+V_S$ 和 GND 之间）和/或 0.1µF C_{Load}（在 V_O 和 GND 之间）电容器，以避免电源噪声和干扰过冲。

8.2.1.2.2 LM50HV 自热

LM50HV 温度精度误差（由于自热）与电源电压间的关系如图 8-8 所示。在此测量中，器件焊接到 30 号线，且器件在 25°C 下持续 10 分钟的工作时间后读取温度。由于温度误差与热阻 (R_{th}) 和功率 ($+V_S \times I_{DD}$) 成正比，因此电源从 3V 变为 36V 会增加温度误差。通过考虑节 6.4 中的结温至环境温度热阻值和图 6-26 中的电源电流与电源电压间的关系，计算值 (ΔT_{ERR} (°C) = $R_{th} \times (+V_S) \times I_{DD}$) 与图 8-8 中的测量值之间预计存在约 ±0.15°C 的温度误差（对于高达 36V 的电源）。这种可能的偏差是由于对空气温度和湿度的硬控制、器件在测试设置中的位置以及*分析高精度温度传感器中的 PCB 热阻*应用手册中解决的其他因素造成的。



器件焊接到 30 号线。器件在 25°C 下持续 10 分钟的工作时间后读取精度。

图 8-8. 精度（由于自热）与电源电压间的关系

8.2.1.3 应用曲线

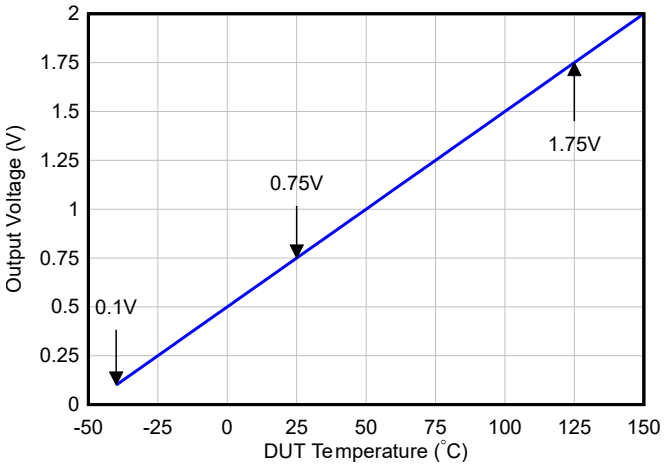
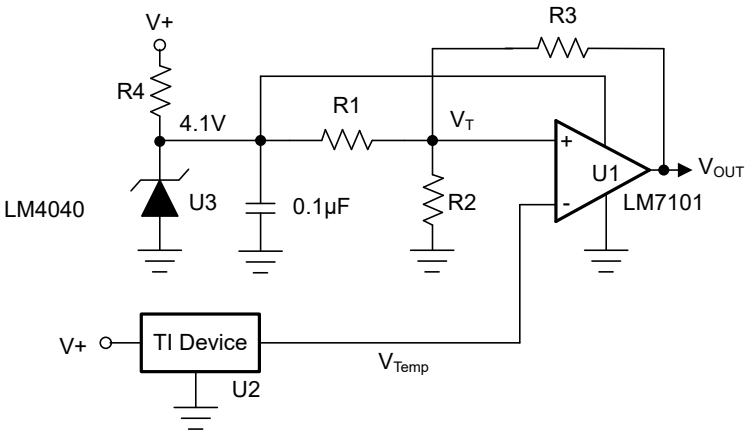


图 8-9. 输出传递函数

8.3 系统示例

图 8-10 至 图 8-12 显示使用 LM50 和 LM50HV 器件的应用电路示例。图 8-10 显示基于施密特触发电路的摄氏温度调节器或风扇控制器配置。LM50 和 LM50HV 器件可以检测环境温度，其中温度上限和下限阈值可通过 R1、R2 和 R3 电阻器进行调节。

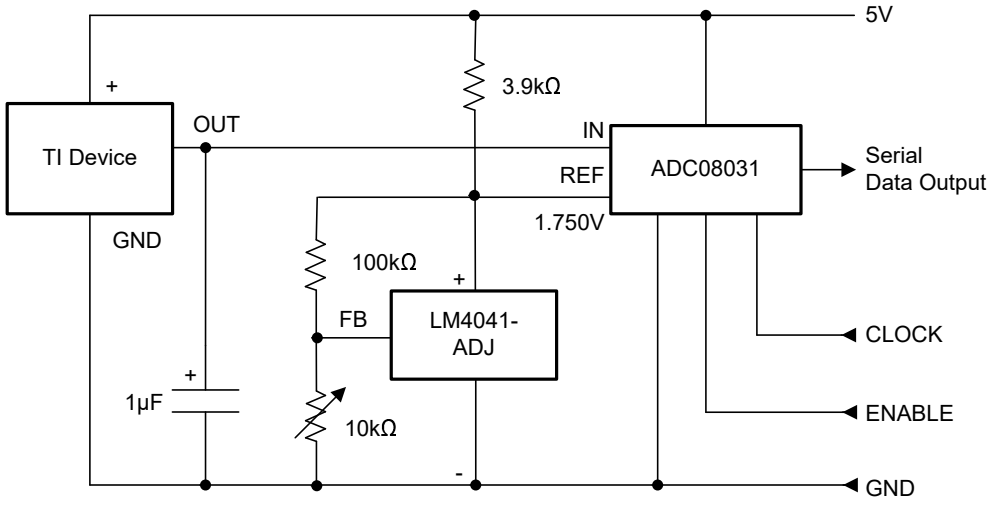
Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

图 8-10. 摄氏温度调节器或风扇控制器

LM50/LM50HV 输出电压可以使用 ADC 和电压基准 (LM4041) 进行数字化，如图 8-11 所示。



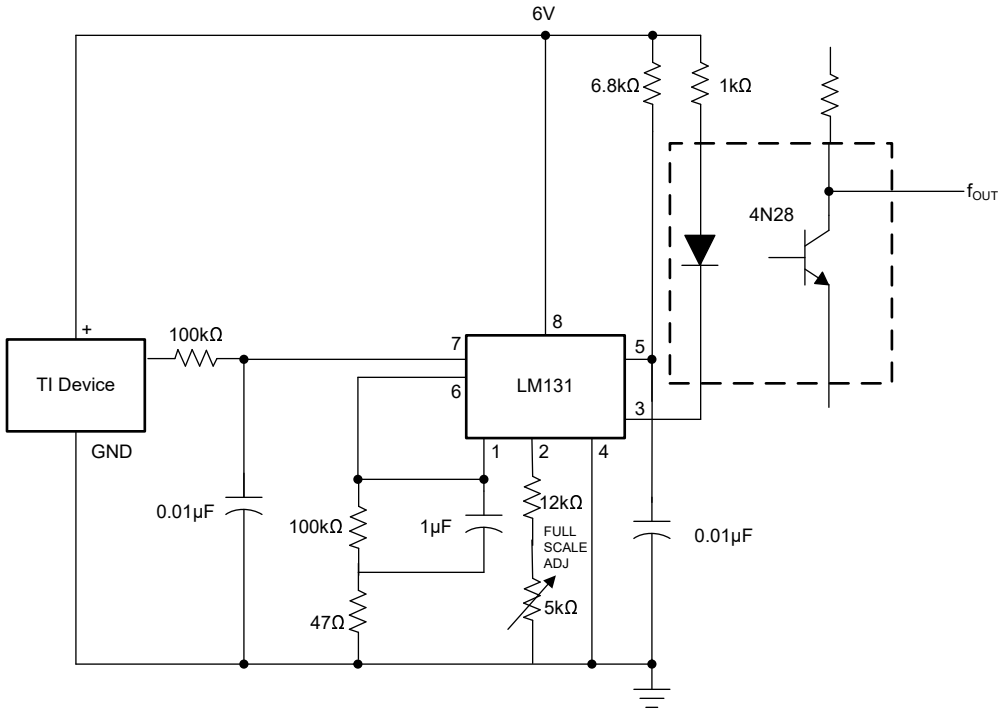
Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

125°C 满量程

图 8-11. 温度数字转换器（串行输出）

LM50/LM50HV 检测到的温度可以使用 LM131 转换为频率。可以通过选择不同的电阻器和电容器值来调整所需的频率范围，同时图 8-12 显示将 -40°C 至 125°C 温度范围转换为 100Hz 至 1.75kHz 频率范围的示例。

在根据本节中的示例实施设计之前，客户必须对任何电路进行全面验证和测试。除非另有说明，否则 *全量程摄氏温度传感器* 中的设计过程适用。



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

– 40°C 至 125°C；100Hz 至 1750Hz

图 8-12. 具有压频转换器和隔离式输出的 LM50 和 LM50HV

8.4 电源相关建议

在噪声极大的环境中，可能有必要添加一些滤波来更大限度地减少噪声拾取。TI 建议在 $+V_S$ 到 GND 之间添加 0.1µF 电容器以绕过电源电压，如图 8-3 所示。

8.5 布局

8.5.1 布局指南

LM50 和 LM50HV 可像其他集成电路温度传感器一样轻松应用，器件可用胶或水泥粘在表面上，温度处于表面温度的 0.2°C 左右范围内（电源电压高达 10V）。

这是假定环境空气温度与该表面温度大致相同的情况；如果空气温度远高于或低于表面温度，则 LM50 和 LM50HV 芯片的实际温度为表面温度与空气温度之间的中间温度。

为提供良好的导热性，LM50 和 LM50HV 芯片的背面直接与 GND 引脚相连。器件的焊盘和走线是印刷电路板的一部分，而印刷电路板是温度测量的对象。这些印刷电路板焊盘和走线不会导致 LM50 和 LM50HV 温度偏离所需温度。

或者，可将 LM50 和 LM50HV 安装在两端密封的金属管内，然后浸入水槽或拧入水箱的螺纹孔中。与任何器件相同，LM50 和 LM50HV 及随附接线和电路必须保持处于绝缘和干燥状态，以免漏电和腐蚀。如果电路可以在发生冷凝的低温条件下运行，则尤其如此。通常使用印刷电路涂层和清漆（例如 HUMISEAL® 和环氧树脂油漆或浸漆）来确保湿气不会腐蚀器件或其连接。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

8.5.2 布局示例

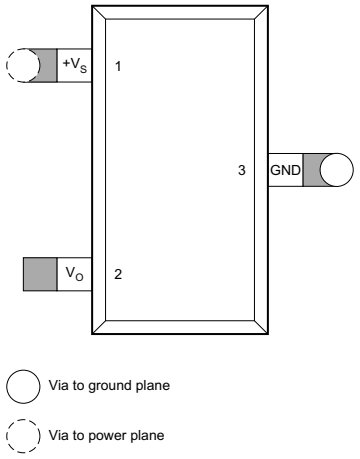


图 8-13. PCB 布局

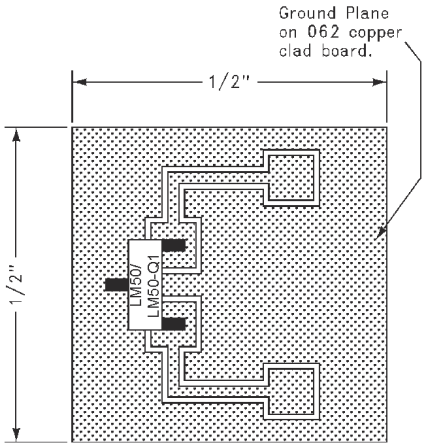


图 8-14. 用于散热器生成热响应曲线的印刷电路板 LM50（旧芯片）

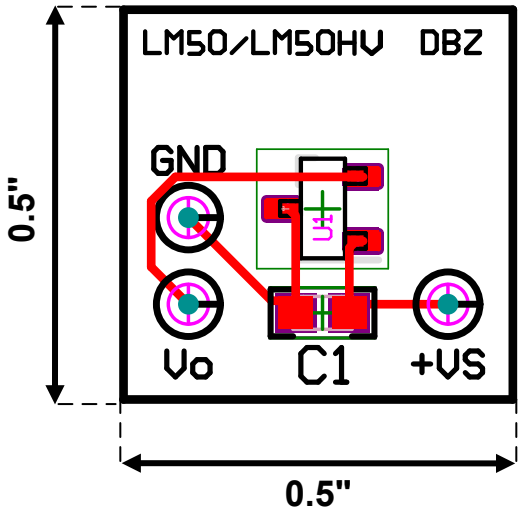


图 8-15. 用于生成热响应曲线的印刷电路板 [LM50（新芯片和旧芯片）和 LM50HV 的新测试设置]

8.5.3 散热注意事项

表 8-3 总结了仅 LM50（旧芯片）在不同条件下的热阻。

表 8-3. 由于自热仅 LM50（旧芯片）的温升

			$R_{\theta JA}$ (°C/W)
SOT-23	无散热器(1)	静止空气（旧芯片）	291.9
		流动空气（旧芯片）	-
	小型散热片(2)	静止空气（旧芯片）	260
		流动空气（旧芯片）	180

(1) 器件焊接到 30 号导线。
(2) 使用的散热器是带有 2 盎司箔片的 0.5 英寸方形印刷电路板，其部件安装如 图 8-14 所示。

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

9 器件和文档支持

9.1 文档支持

相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，*TMP23x 低功耗高精度模拟输出温度传感器*，数据表
- 德州仪器 (TI)，*ISOTMP35 具有模拟输出、小于 2 秒响应时间和 500VRMS 工作电压的 ±1.2°C、3kVRMS 隔离温度传感器*，数据表
- 德州仪器 (TI)、*LM60 2.7V、SOT-23 或 TO-92 温度传感器*，数据表
- 德州仪器 (TI)，*远程系统用微型温度传感器*，应用手册
- 德州仪器 (TI)，*半导体温度传感器挑战楼宇自动化中的精密 RTD 和热敏电阻*，应用手册
- 德州仪器 (TI)，*LM50HV 评估模块* EVM
- 德州仪器 (TI)，*LMT90 温度传感器评估模块*，EVM

9.2 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*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。

9.3 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。

9.4 商标

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

9.5 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。

9.6 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。

10 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 H (May 2025) to Revision I (October 2025)	Page
• 通篇添加了 LM50HV 器件；更新了数据表标题	1

Changes from Revision G (January 2017) to Revision H (May 2025)	Page
• 更新了整个文档中的表格、图和交叉参考的编号格式	1
• 将汽车器件移到了单独的数据表 (SNIS249) 中	1

Copyright © 2025 Texas Instruments Incorporated

- 通篇添加了新器件的规格和图表以及旧器件的比较 1
- 添加了 *器件比较* 表、*可订购器件选项* 表和 *命名规则详细信息* 表 4
- 删除了机器模型 (MM) 静电放电。 7
- 将 LM50B 的额定温度范围从 -25°C 至 100°C（在旧芯片中）更改为 -40°C 至 125°C（在新芯片中）。 7
- 为新芯片添加了 DBZ 封装“热性能信息” 7
- 为旧芯片和新芯片添加了“开通时间”。 8
- 为新芯片添加了 “*工作电流*” 和 “*静态电流变化量*”。 8
- 更新了 *设计参数* 表以更正错别字 19

Changes from Revision F (December 2016) to Revision G (January 2017) **Page**

- 在公式 1 的 V_O 描述中将 *LMT90* 更改为 *LM50* 18

Changes from Revision E (September 2013) to Revision F (December 2016) **Page**

- 添加了 *器件信息* 表、*引脚配置和功能* 部分、*ESD 等级* 表、*详细说明* 部分、*应用和实施* 部分、*电源相关建议* 部分、*布局* 部分、*器件和文档支持* 部分 和 *机械、封装和可订购信息* 部分 1
- 删除了 *温度-数字转换器（标准数据总线到 µP 接口的并行三态输出）（125°C 满量程）* 图 22

Changes from Revision C (February 2013) to Revision E (September 2013) **Page**

- 通篇添加了 LM50-Q1 选项 1

11 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 © 2025 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)
LM50BIM3	NRND	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	1000 | LARGE T&R	No	SNPB	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 150	T5B
LM50BIM3.B	NRND	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	1000 | LARGE T&R	No	SNPB	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 150	T5B
LM50BIM3/NOPB	Obsolete	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	-	-	Call TI	Call TI	-40 to 125	T5B
LM50BIM3X/NOPB	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU | SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5B
LM50BIM3X/NOPB.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5B
LM50BIM3X/NOPB.B	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5B
LM50CIM3	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	1000 | SMALL T&R	No	SNPB	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5C
LM50CIM3.B	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	1000 | SMALL T&R	No	SNPB	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5C
LM50CIM3X	NRND	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	No	SNPB	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 150	T5C
LM50CIM3X.B	NRND	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	No	SNPB	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 150	T5C
LM50CIM3X/NOPB	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU | SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5C
LM50CIM3X/NOPB.A	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5C
LM50CIM3X/NOPB.B	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	T5C
LM50HVDBZR	Active	Production	SOT-23 (DBZ) | 3	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 150	T5HV

(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 LM50 :

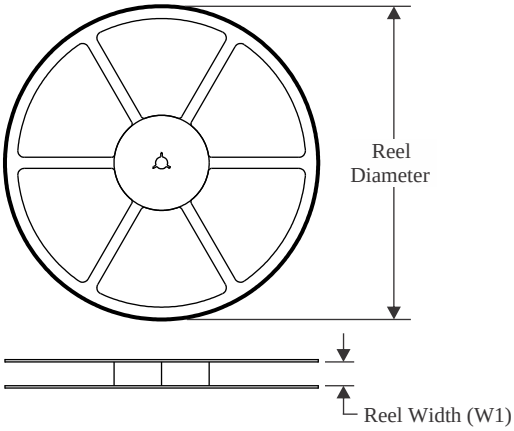
- Automotive : LM50-Q1

NOTE: Qualified Version Definitions:

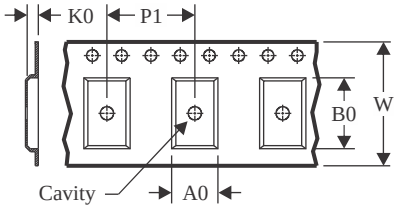
- Automotive - Q100 devices qualified for high-reliability automotive applications targeting zero defects

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

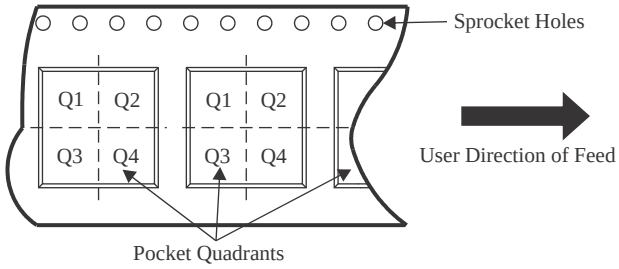


TAPE DIMENSIONS



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

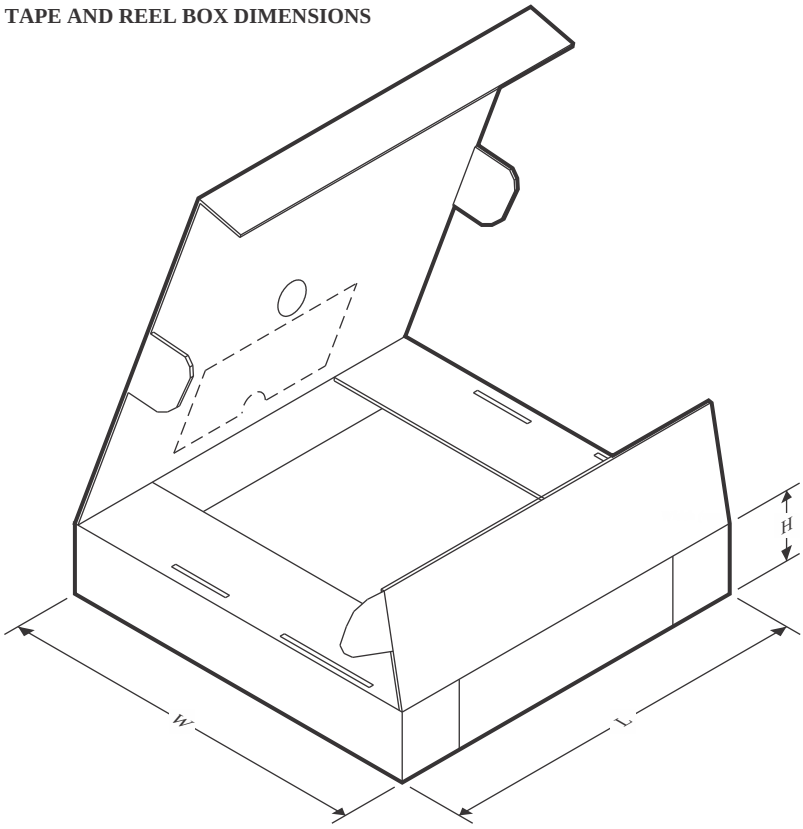
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
LM50BIM3X/NOPB	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	8.4	3.3	2.9	1.22	4.0	8.0	Q3
LM50CIM3X/NOPB	SOT-23	DBZ	3	3000	178.0	8.4	3.3	2.9	1.22	4.0	8.0	Q3
LM50HVDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	180.0	8.4	2.9	3.35	1.35	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

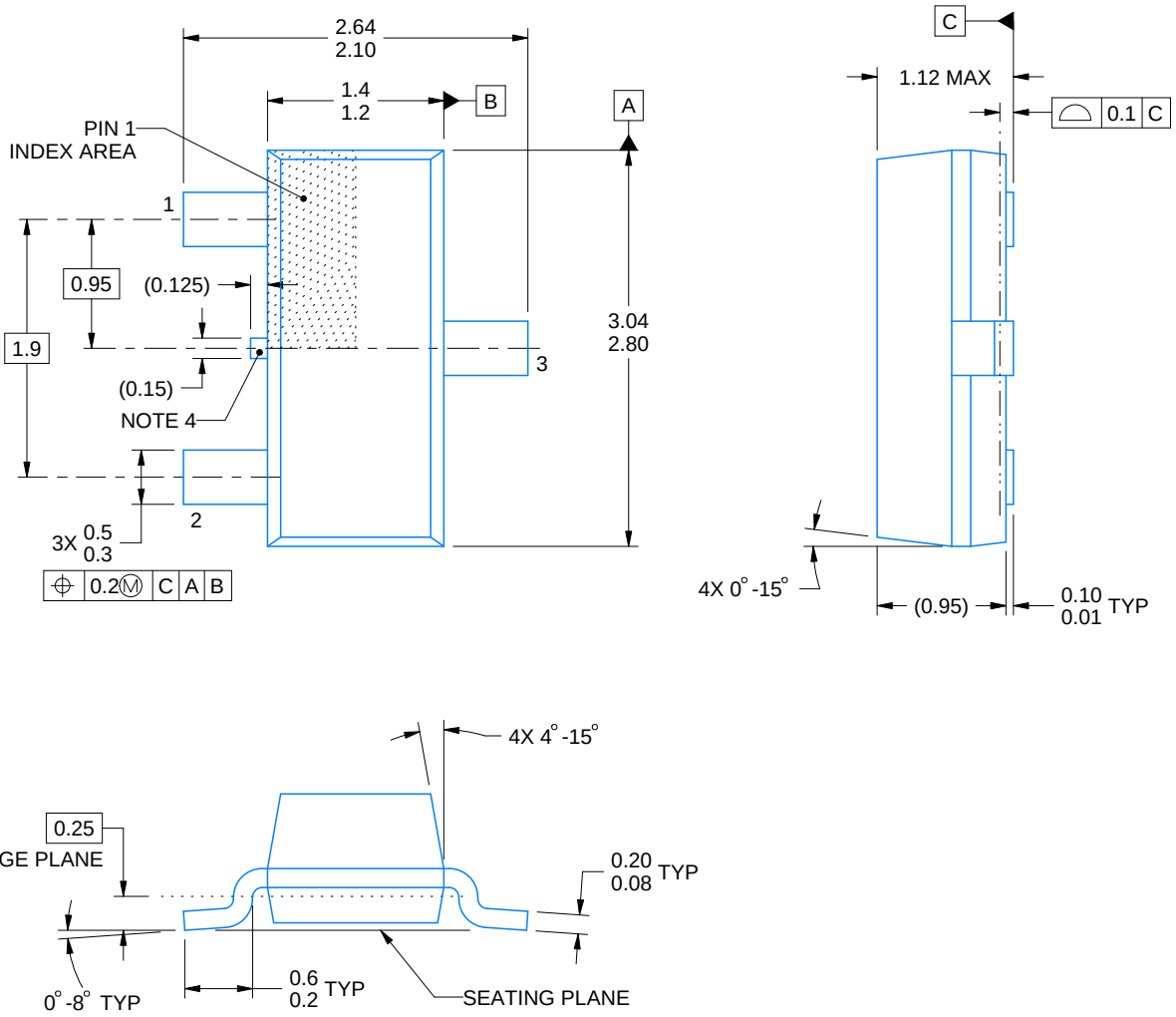
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LM50BIM3X/NOPB	SOT-23	DBZ	3	3000	208.0	191.0	35.0
LM50CIM3X/NOPB	SOT-23	DBZ	3	3000	208.0	191.0	35.0
LM50HVDBZR	SOT-23	DBZ	3	3000	210.0	185.0	35.0

PACKAGE OUTLINE

DBZ0003A

SOT-23 - 1.12 mm max height

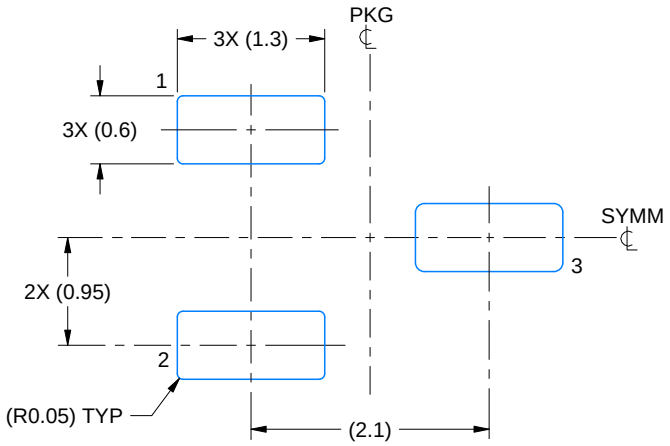
SMALL OUTLINE TRANSISTOR



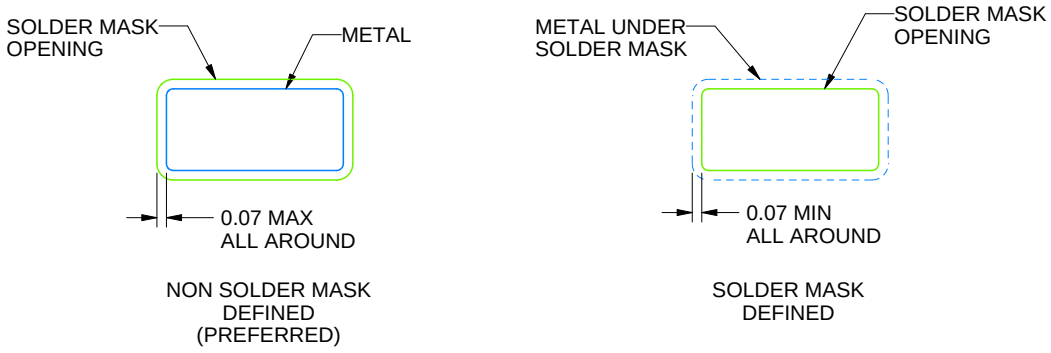
4214838/F 08/2024

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. Reference JEDEC registration TO-236, except minimum foot length.
4. Support pin may differ or may not be present.
5. Body dimensions do not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.25mm per side



LAND PATTERN EXAMPLE
SCALE:15X

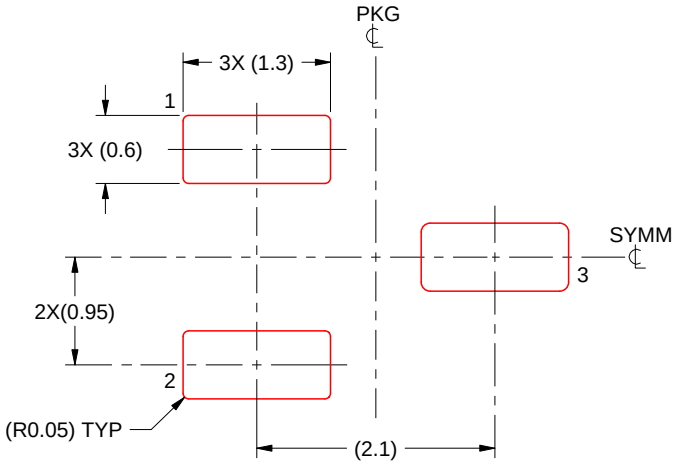


SOLDER MASK DETAILS

4214838/F 08/2024

NOTES: (continued)

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



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 THICK STENCIL
SCALE:15X

4214838/F 08/2024

NOTES: (continued)

7. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
8. 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