

TMP113 超小型, 1.4V 至 5.5V 电源, $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 精度, I^2C 数字温度传感器

1 特性

- 采用 WCSP 封装：
 - 本体尺寸 (DSBGA-6)：1.5 × 1.0 × 0.525mm
- 宽工作范围
 - V+ 工作范围：1.4V 至 5.5V
 - 温度范围：-40°C 至 125°C
- 精度在整个温度范围内保持不变
 - $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ (25°C 时的典型值)
 - 25°C 至 85°C 范围内为 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ (最大值)
 - 40°C 至 125°C 范围内为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (最大值)
- 12 位分辨率：0.0625°C (LSB)
- 灵活的数字接口
 - 与 I^2C 和 SMBus 兼容
 - I3C 混合总线共存能力
- 低电源电流
 - 4Hz 频率下的平均电流 (典型值) 为 3.4 μA
 - 1Hz 频率下的平均电流 (典型值) 为 1.4 μA
 - 70nA 关断电流 (典型值)
- 在 1.4V 至 5.5V 的宽电源电压范围内, 仅具有 2m°C/V 的直流电源抑制
- 安全与合规
 - NIST 可追溯
- 软件兼容业界通用的正常模式
 - TMP102、TMP110、TMP112
- 市面上可用的兼容双源器件

2 应用

- 楼宇自动化
 - 占位检测
 - 可视门铃
 - HVAC：无线环境传感器
- 工厂自动化与控制
 - 机器视觉摄像机
 - 电力输送单元
 - 工业 PC：单板计算机
 - CPU (PLC 控制器)
- 医疗设备
 - 连续血糖监测仪
- 数据中心和企业计算
 - 固态硬盘 (SSD)
 - 机架式服务器主板
- 个人电子产品
 - PC 和笔记本电脑、平板电脑、游戏
 - 数码相机和数码摄像机
 - 增强现实眼镜
 - 智能扬声器

3 说明

TMP113 是一款与 I^2C 兼容的数字温度传感器, 采用 6 引脚 WCSP 封装。TMP113 在 -25°C 至 85°C 温度范围内具有 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$ 的精度, 它还包含一款具有 0.0625°C 温度分辨率的片上 12 位模数转换器 (ADC)。

TMP113 设计用于在低至 1.4V 的电源电压范围内运行, 其平均和关断电流为 1.4 μA (1Hz) 和 70nA, 可实现按需温度转换并充分延长电池寿命。同时, 对于仅具有 2m°C/V 直流电源抑制的一系列工业应用, 电源电压可以升高到高达 5.5V。该器件具有等于 0.2 秒的超快热阶跃响应, 并且采用灵活的 PCB。

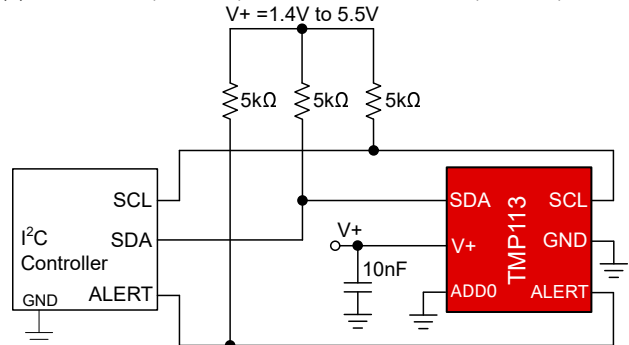
TMP113 生产单元已完全通过可追溯 NIST 的传感器测试, 并且已借助可追溯 NIST 的设备使用 ISO/IEC 17025 标准认可的校准进行验证。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TMP113	DSBGA (6)	1.5mm × 1.0mm × 0.525mm

(1) 有关更多信息, 请参阅节 12。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值, 并包括引脚 (如适用)。



Note: Pull-up resistors are recommended to be higher than 5k Ω .

简化版原理图



内容

1 特性	1	8.2 配置寄存器 (地址 = 01h) [复位 = 40A0h]	23
2 应用	1	8.3 TLow_Limit 寄存器 (地址 = 02h) [复位 = 4B00h]	24
3 说明	1	8.4 THigh_Limit 寄存器 (地址 = 03h) [复位 = 5000h]	25
4 相关产品	3	8.5 器件 ID 寄存器 (地址 = 0Bh) [复位 = 113xh]	26
5 引脚配置和功能	3	8.6 Unique_ID0 寄存器 (地址 = 0Ch) [复位 = xxxxh]	26
6 规格	4	8.7 Unique_ID1 寄存器 (地址 = 0Dh) [复位 = xxxxh]	26
6.1 绝对最大额定值	4	8.8 Unique_ID2 寄存器 (地址 = 0Eh) [复位 = xxxxh]	27
6.2 ESD 等级	4	9 应用和实施	28
6.3 建议运行条件	4	9.1 应用信息	28
6.4 热性能信息	4	9.2 相同的 I ² C 上拉和电源应用	28
6.5 电气特性	4	9.3 电源相关建议	30
6.6 I ² C 接口时序	7	9.4 布局	30
6.7 时序图	7	10 器件和文档支持	31
6.8 典型特性	8	10.1 器件支持	31
7 详细说明	11	10.2 文档支持	31
7.1 概述	11	10.3 接收文档更新通知	31
7.2 功能方框图	11	10.4 支持资源	31
7.3 特性说明	11	10.5 静电放电警告	31
7.4 器件功能模式	14	10.6 术语表	31
7.5 编程	15	11 修订历史记录	31
8 寄存器映射	21	12 机械、封装和可订购信息	31
8.1 Temp_Result 寄存器 (地址 = 00h) [复位 = 0000h]	22	12.1 封装选项附录	35
		12.2 卷带包装信息	36

4 相关产品

目前已有在软件方面相似的器件。

表 4-1. 相关温度传感器

器件	最佳精度 (最大误差)	软件兼容	地址/ALERT 引脚功能	封装选项
TMP102	2.0°C	是 (正常模式下)	地址 + 警报	DRL (6 引脚 SOT563) (1.6mm × 1.6mm)
TMP110	1.0°C	是 (正常模式下)	独立 (地址和警报)	DPW (5 引脚 X2SON) (0.8mm × 0.8mm)
TMP112	0.5°C	是 (正常模式下)	地址 + 警报 (DRL)	DRL (6 引脚 SOT563) (1.6mm × 1.6mm)
			独立 (地址和警报) (DPW)	DPW (5 引脚 X2SON) (0.8mm × 0.8mm)
TMP113	0.3°C	是	地址 + 警报	YBG (6 引脚 DSBGA) (1.5mm × 1.0mm)

5 引脚配置和功能

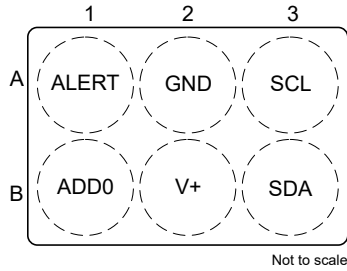


图 5-1. YBG 封装，6 引脚 DSBGA
(顶视图)

表 5-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
GND	A2	—	接地
SCL	A3	I	串行时钟
ADD0	B1	I	地址选择。连接到 GND、SCL、SDA 或 V+
ALERT	A1	O	过热提醒。开漏输出；需要上拉电阻器。 注：如果未使用警报引脚，则最好将此引脚连接至 GND。
SDA	B3	I/O	串行数据输入。开漏输出；需要上拉电阻器。
V+	B2	I	电源电压

1. I = 输入，O = 输出，I/O = 输入或输出。

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的温度范围内测得 (除非另有说明) ⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电源电压	V+	-0.3	6	V
输入/输出电压	SCL、SDA、ADD0、ALERT	-0.3	6	V
输出电流 I _{OL}			±3	mA
工作温度, T _A		-40	125	°C
结温, T _J			150	°C
贮存温度, T _{stg}		-65	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 标准 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 ⁽²⁾	±500	

- (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

		最小值	标称值	最大值	单位
V+	电源电压	1.4	3.3	5.5	V
V _{I/O}	SCL、SDA、ADD0、ALERT			V+	V
I _{OL}	SDA、ALERT	0		3	mA
T _A	工作环境温度	-40		125	°C

6.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TMP113	单位
		YBG (DSBGA-6)	
		6-PIN	
R _{θJA}	结至环境热阻	131.1	°C/W
R _{θJC(top)}	结至外壳 (顶部) 热阻	1.0	°C/W
R _{θJB}	结至电路板热阻	37.0	°C/W
Ψ _{JT}	结至顶部特征参数	0.1	°C/W
Ψ _{JB}	结至电路板特征参数	36.8	°C/W
R _{θJC(bot)}	结至外壳 (底部) 热阻	-	°C/W
M _T	热质量	0.7	mJ/°C

- (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。

6.5 电气特性

在自然通风条件下的温度范围内且 V+ = 1.4V 至 5.5V (除非另有说明); 典型值规格条件: T_A = 25°C 且 V+ = 3.3V (除非另有说明)

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
温度传感器					

在自然通风条件下的温度范围内且 $V+ = 1.4V$ 至 $5.5V$ (除非另有说明) ; 典型值规格条件 : $T_A = 25^{\circ}C$ 且 $V+ = 3.3V$ (除非另有说明)

参数		测试条件		最小值	典型值	最大值	单位
T _{ERR}	精度（温度误差）	25°C		±0.1		°C	
		-25°C 至 85°C		-0.3	0.3		
		-40°C 至 125°C		-0.5	0.5		
PSR	直流电源抑制			2		m°C/V	
T _{RES}	温度分辨率			12		位	
				62.5		m°C	
T _{REPEAT}	可重复性 ⁽¹⁾	1Hz 转换周期		±1		LSB	
T _{LTD}	长期稳定性和漂移	125°C 时 1000 小时 ⁽²⁾		±1		LSB	
t _{RESP_L}	响应时间（搅拌液体）	2 层 FR4 PCB 厚度为 1.5748mm	τ = 63%，用于 25°C 至 75°C 的阶跃响应	1.1		s	
		柔性 PCB 厚度为 0.2mm		0.2			
T _{HYST}	温度循环和迟滞 ⁽³⁾			±1		LSB	
t _{ACT}	有效转换时间			11.4	12.8	ms	
t _{CONV}	转换周期（由用户设置）	CR1 = 0，CR0 = 0 (0.25Hz)		4	4.4	s	
		CR1 = 0，CR0 = 1 (1Hz)		1	1.1		
		CR1 = 1，CR0 = 0（默认值，4Hz）		0.25	0.28		
		CR1 = 1，CR0 = 1 (8Hz)		0.125	0.14		
t _{VAR}	所有器件设置的时序差			-10	10	%	
数字输入/输出							
C _{IN}	输入电容			4.5		pF	
V _{IH}	输入逻辑高电平			0.7 × V+		V	
V _{IL}	输入逻辑低电平			-0.3	0.3 × V+		
V _{HYST}	迟滞			0.11		V	
I _{IN}	输入电流			±0.1		μA	
V _{OL}	输出逻辑	I _{OL} = -3mA		0	0.4	V	
电源							
I _{DD_AVG}	平均电流消耗	连续转换模式 1Hz 转换周期	串行总线空闲	1.4	4	μA	
		连续转换模式 4Hz 转换周期		3.4	7		
		单稳态转换模式 1Hz 转换周期	SCL = 400kHz	6.7			
			SCL = 1MHz	14			
I _{DD_SB}	待机电流 ⁽⁴⁾	连续转换模式 串行总线空闲并连接到 V+		0.85	3.3	μA	
I _{DD_SD}	关断电流 （串行总线电平 = GND 或 V+）	T _A = +25°C，串行总线无效且连接到 V+		0.07	0.2	μA	
		T _A = -40°C 至 125°C		2			
		串行总线有效，SCL 频率 = 400kHz		5.5			
		串行总线有效，SCL 频率 = 1MHz		13			
I _{DD_ACTIVE}	有效转换期间的电源电流	有效转换，串行总线空闲		55	95	μA	
V _{POR}	上电复位阈值电压	电源上升		1.02		V	
	欠压检测	电源下降		0.97		V	
t _{INIT}	上电复位后的初始化时间			10		ms	

在自然通风条件下的温度范围内且 $V+ = 1.4V$ 至 $5.5V$ (除非另有说明) ; 典型值规格条件 : $T_A = 25^{\circ}C$ 且 $V+ = 3.3V$ (除非另有说明)

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{RESET}	复位时间	通用广播复位		0.1		ms

- (1) 可重复性是指在相同条件下连续进行温度测量时重现读数的能力。
- (2) 在 $150^{\circ}C$ 结温下进行加速使用寿命测试可确定长期稳定性。
- (3) 迟滞是指在发生室温 $\rightarrow$ 热 $\rightarrow$ 室温 $\rightarrow$ 冷 $\rightarrow$ 室温变化时重现温度读数的能力。该测试中使用的温度为 $-40^{\circ}C$ 、 $25^{\circ}C$ 和 $125^{\circ}C$ 。
- (4) 连续转换模式下转换周期之间的静态电流

6.6 I²C 接口时序

最小值和最大值规格适用于 -40°C 至 125°C 温度范围且 V+ = 1.4V 至 5.5V (除非另有说明) ⁽¹⁾

		快速模式		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	3.4	MHz
t _(BUF)	停止和启动条件之间的总线空闲时间	600	–	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。	100	–	100	–	100	–	ns
t _(SUSTA)	重复启动条件建立时间	100	–	100	–	100	–	ns
t _(SUSTO)	STOP 条件建立时间	600	–	260	–	160	–	ns
t _(HDDAT)	数据保持时间 ⁽²⁾	10	900	10	150	10	105	ns
t _(SUDAT)	数据建立时间	100	–	10	–	10	–	ns
t _(LOW)	SCL 时钟低电平周期	1300	–	500	–	160	–	ns
t _(HIGH)	SCL 时钟高电平周期	600	–	260	–	60	–	ns
t _(VDAT)	数据有效时间 (数据响应时间) ⁽³⁾	–	900	–	450	–	–	ns
t _F	SDA 和 SCL 下降时间	–	300	–	120	–	80	ns
t _R	SDA 和 SCL 上升时间	–	300	–	120	–	80	ns
t _{timeout}	超时 (SCL = 低电平或 SDA = 低电平)	30	–	30	–	–	40	ms
t _{LPF}	毛刺信号抑制滤波器	50	–	50	–	–	40	ns

- (1) 控制器和器件的 V+ 值相同。此类数值基于在初始发布期间对测试样本的统计分析
(2) 对于快速模式, t_(HDDAT) 最大值可达 0.9μs, 比 t_(VDAT) 最大值要小一个转换时间。
(3) t_(VDAT) = 数据信号从 SCL 低电平到 SDA 输出 (高电平到低电平, 以更差的情况为准) 的时间。

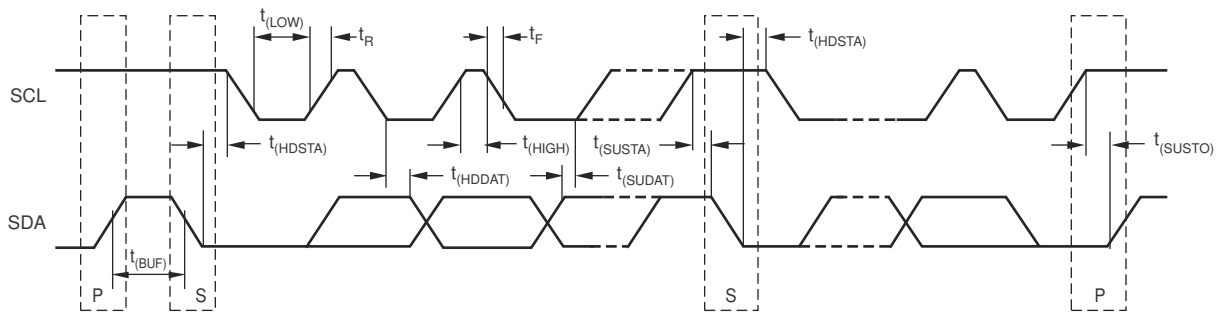


图 6-1. I²C 时序图

6.8 典型特性

在 T_A 25°C 并且 $V_+ = 3.3$ V 时测得 (除非额外注明)

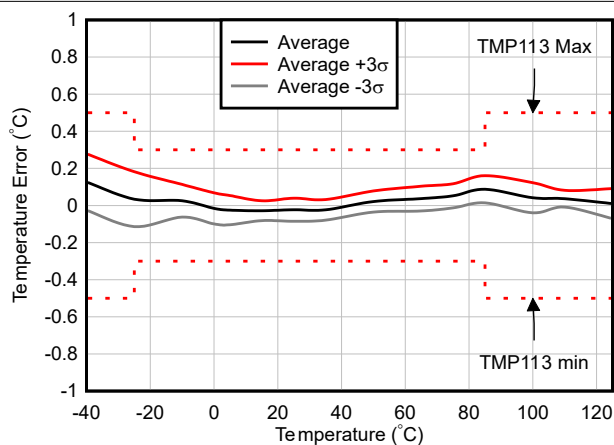


图 6-2. 温度误差与温度间的关系

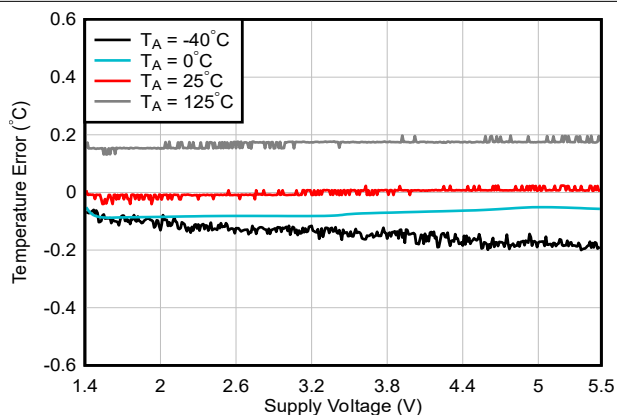


图 6-3. 温度误差与电源电压间的关系

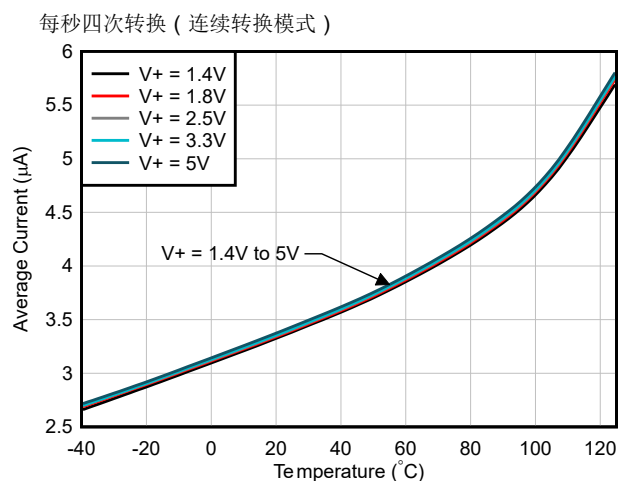


图 6-4. 平均静态电流与温度间的关系

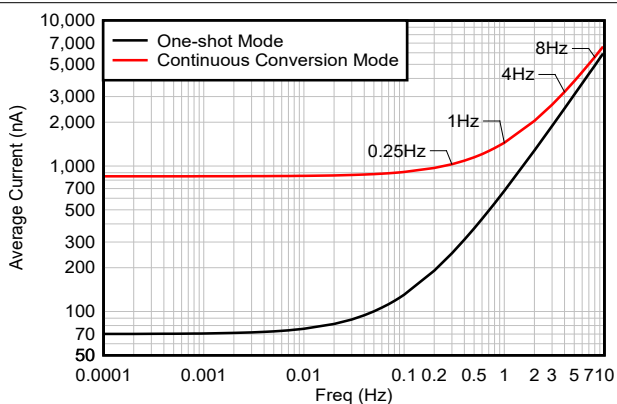


图 6-5. 平均静态电流与频率间的关系 ($V_+ = 1.4$ V 至 5.5 V)

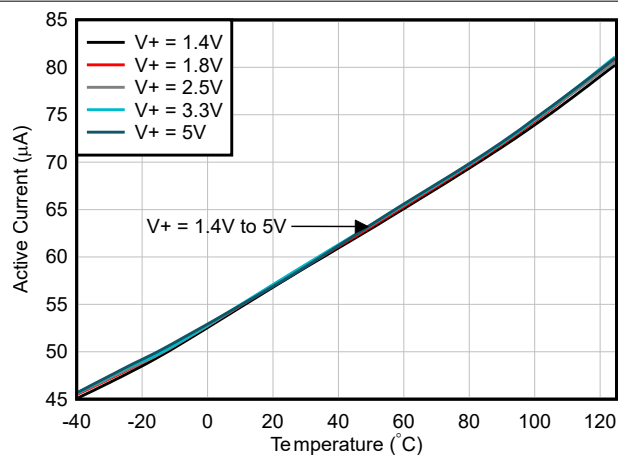


图 6-6. 有效转换电流与温度间的关系

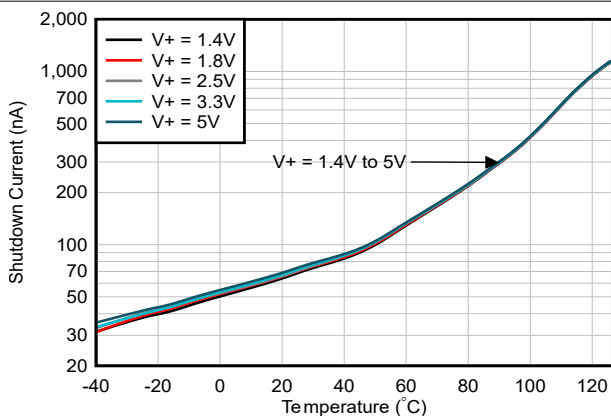


图 6-7. 关断电流与温度间的关系

6.8 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 并且 $V+ = 3.3\text{V}$ 时测得 (除非额外注明)

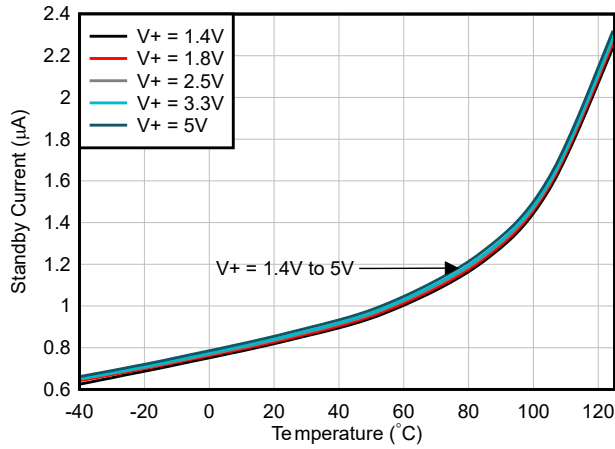


图 6-8. 待机电流与温度间的关系

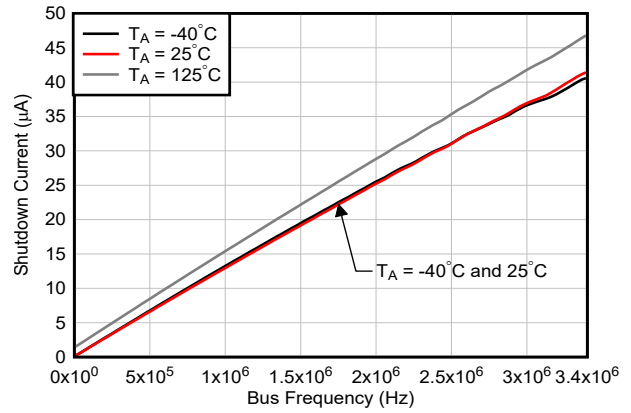


图 6-9. 关断电流与总线频率间的关系 (由 3.3V 电源供电时的温度)

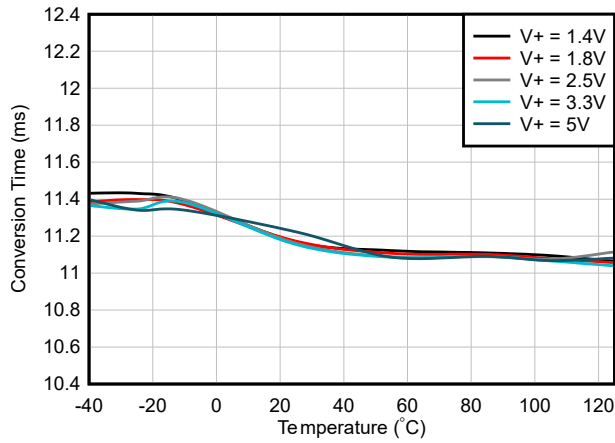


图 6-10. 转换时间与温度间的关系

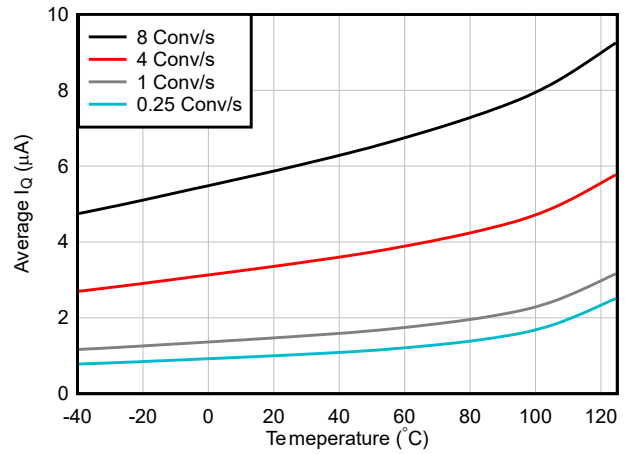


图 6-11. 平均电源电流（连续转换模式）与转换率间的关系

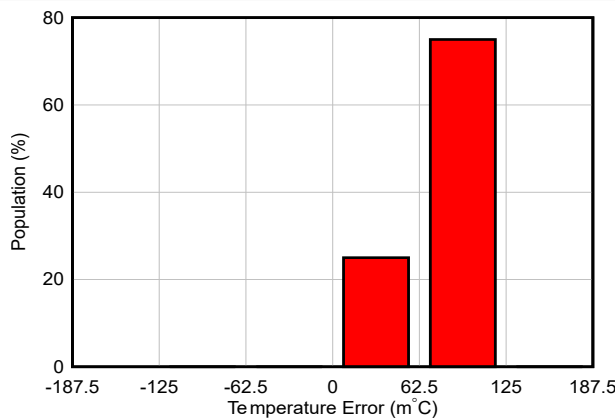


图 6-12. 25°C 时的温度误差 ($V+ = 1.4\text{V}$ 至 5.5V)

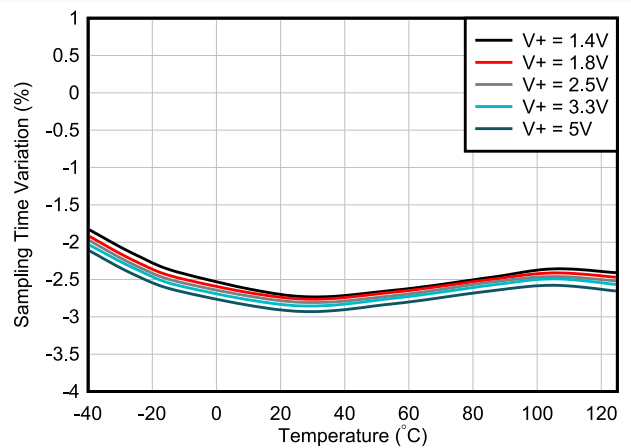


图 6-13. 采样时间与温度间的关系

6.8 典型特性 (续)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 并且 $V_+ = 3.3\text{V}$ 时测得 (除非额外注明)

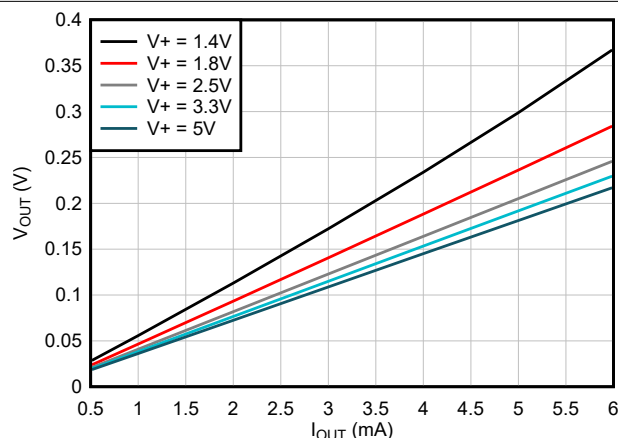


图 6-14. ALERT 引脚输出电压与引脚灌电流间的关系

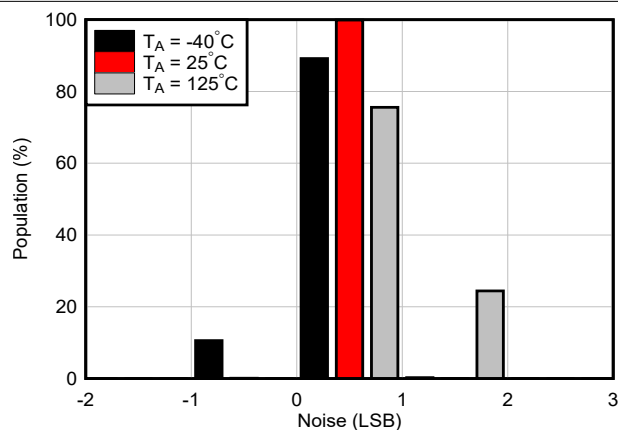


图 6-15. 噪声直方图 (油浴测量且 $V_+ = 1.4\text{V}$ 至 5.5V)

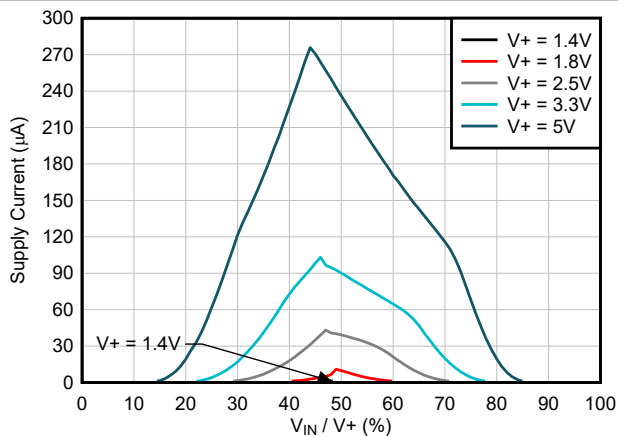


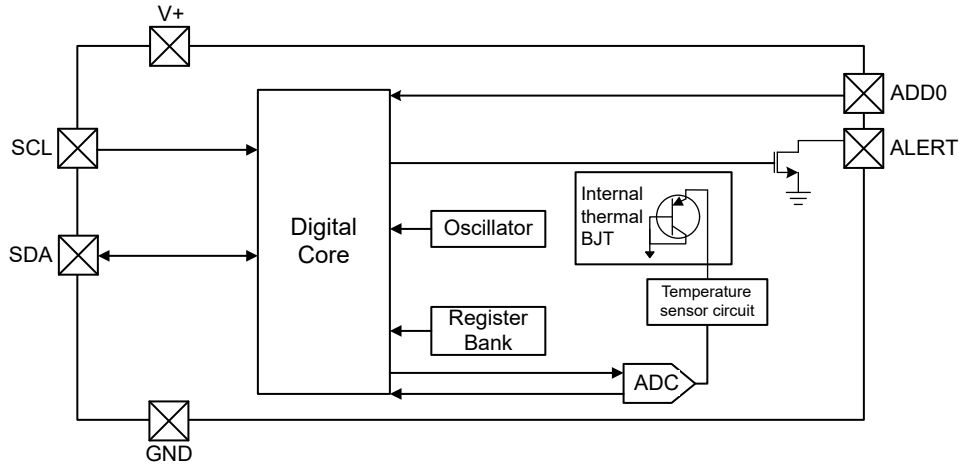
图 6-16. 电源电流与一个输入电芯输入电压间的关系

7 详细说明

7.1 概述

TMP113 是一款数字输出温度传感器，出厂时已进行校准来确保准确性。该器件具有两线制 SMBus 和 I²C 兼容型接口，具有连续转换和单稳态转换两种运行模式，适用于热管理和热保护型应用。TMP113 还包括一个警报状态寄存器，具有单独的高低阈值。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 数字温度输出

每次温度测量的数字输出会存储在只读温度寄存器中。TMP113 器件的温度寄存器配置为用于存储最近转换输出的 12 位只读寄存器。器件输出如表 7-1 所示。

表 7-1. 12 位温度数据指南

温度位长度	Q 表示法	LSB (°C)	范围 (+)	范围 (-)
12	4	0.0625	127.93475	-128

要获得数据，必须读取两个字节。字节 1 是最高有效字节 (MSB)，之后是字节 2，即最低有效字节 (LSB)。前 12 位用于指示温度。如果不需要这个信息，那么没有必要读取最低有效字节。表 7-2 汇总了温度的数据格式。一个 LSB 等于 0.0625°C。负数用二进制补码格式表示。加电或者复位后，在首次转换完成前，温度寄存器读数为 0°C。温度寄存器中未使用的位始终读为 0。

表 7-2. 12 位温度数据格式

温度 (°C)	数字输出 (二进制)	十六进制 (不使用四个 LSB)
>127.9375	0111 1111 1111	7FF
127.9375	0111 1111 1111	7FF
100	0110 0100 0000	640
80	0101 0000 0000	500
75	0100 1011 0000	4B0
50	0011 0010 0000	320
25	0001 1001 0000	190
0.25	0000 0000 0100	004
0.0625	0000 0000 0001	001
0	0000 0000 0000	000

表 7-2. 12 位温度数据格式 (续)

温度 (°C)	数字输出 (二进制)	十六进制 (不使用四个 LSB)
-0.0625	1111 1111 1111	FFF
-0.25	1111 1111 1100	FFC
-25	1110 0111 0000	E70
-55	1100 1001 0000	C90

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

若要将正温度值转换为数字数据格式：

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

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

若要将正数字数据格式转换为温度：

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

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

若要将负温度值转换为数字数据格式：

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

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

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

若要将负数字数据格式转换为温度：

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

示例： $1110\ 0111\ 0000$ 具有二进制补码 $0001\ 1001\ 0000 = 0001\ 1000\ 1111 + 1$

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

7.3.2 解码温度数据

TMP113 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。四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

表 7-3. 12 位 Q4 编码参数 (续)

参数	值
25°C	0x0190

表 7-4. 以 °C 为单位的 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 will have 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 温度限制和警报

TMP113 具有警报特性，并使用 **TLow_Limit** 寄存器进行低阈值比较，使用 **THigh_Limit** 寄存器进行高阈值比较。根据配置寄存器中的设置，在 TMP113 中以 12 位二进制补码格式编程警报限值，分辨率为 62.5m°C。在每次温度转换结束时，会将温度结果与上限和下限寄存器进行比较，并更新警报状态标志和 **ALERT** 引脚。

在每次温度转换后，配置寄存器和 **ALERT** 引脚中的警报状态标志会根据配置寄存器中的 **Alert_Mode** 和极性位设置进行更新。

如图 7-1 所示，在比较器模式下 (**Alert_Mode** = 0b)，当温度等于或超过 **THigh_Limit** 的值时，**ALERT** 引脚和状态标志将变为有效，以实现连续转换故障数。在温度下降到低于 **TLow_Limit** 来实现相同数量的连续转换之前，**ALERT** 引脚和状态标志保持有效。

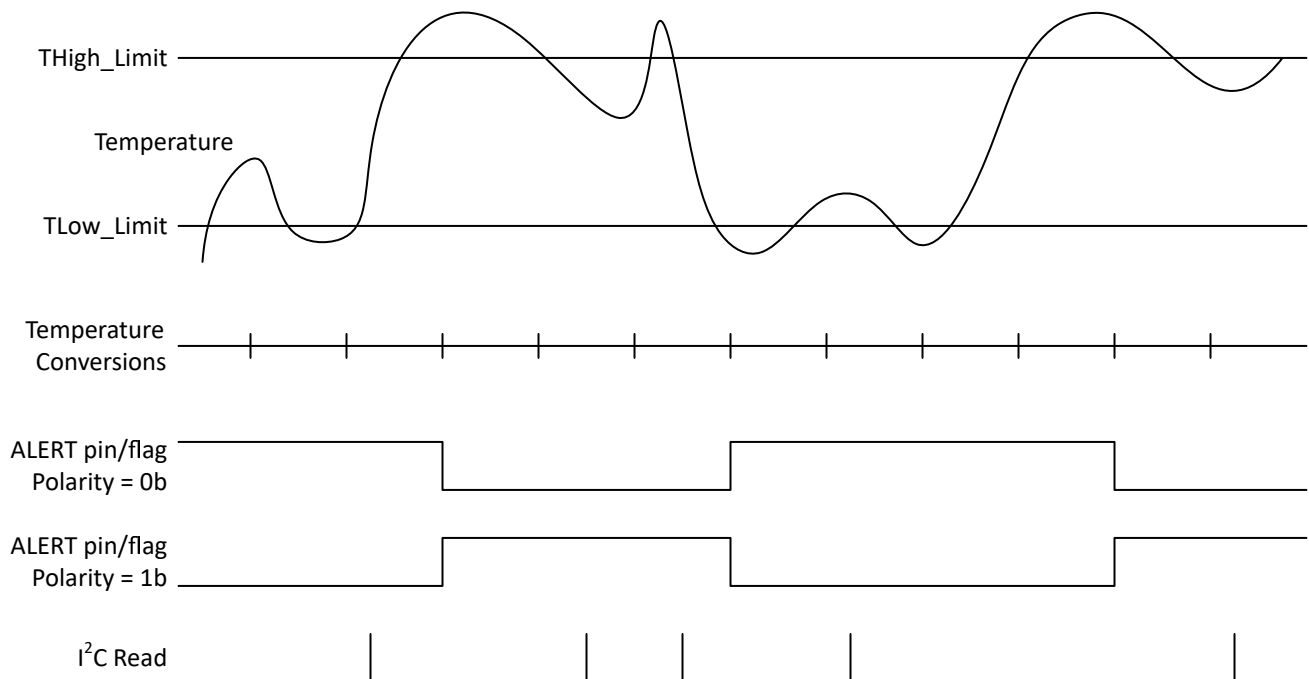


图 7-1. 比较器模式

如图 7-2 所示，在警报模式下 (Alert_Mode = 1b)，当温度等于或超过 THigh_Limit 时，ALERT 引脚和状态标志将变为有效，以实现连续转换故障数。在任一寄存器发生读取操作，或器件响应 SMBus 警报响应之前，ALERT 引脚/标志保持有效。在 ALERT 引脚和状态标志被清零后，仅当温度低于连续转换故障数对应的 TLow_Limit 时，此引脚/标志才会变为有效，并在任一寄存器的读取操作出现，或者器件响应 SMBus 警报响应之前保持有效。当在 TLow_Limit 交叉后 ALERT 引脚/标志被清零时，将重复以上循环。也可以通过发出通用广播复位命令来清除 ALERT 引脚和状态标志。

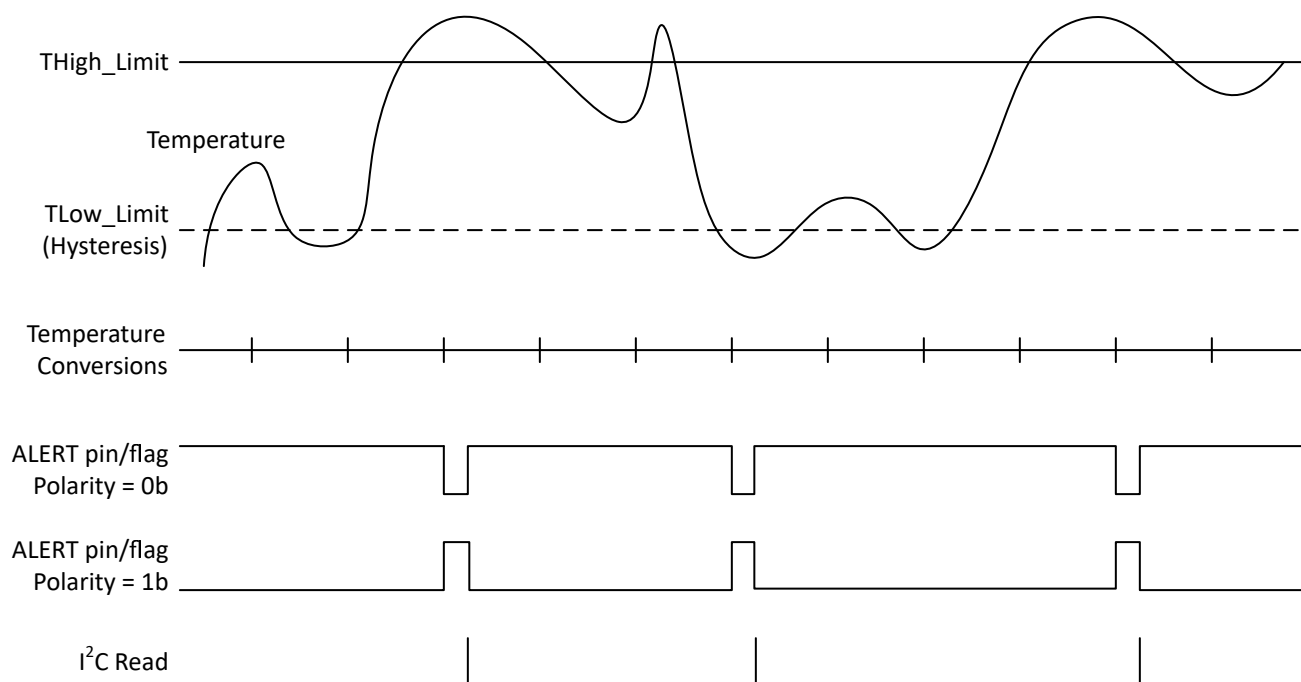


图 7-2. 警报模式

7.3.4 NIST 可追溯性

TMP113 提供 3 个唯一的 ID 寄存器 (48 位) 来支持 NIST 可追溯性。这些唯一 ID 可用于对由美国国家标准与技术研究院 (NIST) (一个美国商务部机构) 提供的标准进行审计跟踪。

读取唯一 ID 寄存器需要特定的程序从存储器中检索内容。操作步骤如下：

1. 通过将寄存器 01h (配置寄存器) 的位 8 设置为 1b，将器件置于关断模式。
2. 将 0x0000 写入所需的唯一 ID 指针地址 (0Ch、0Dh、0Eh 或 0Fh)。
3. 从同一指针地址读取唯一 ID。
4. 根据需要对每个指针地址重复上面的步骤 2。

请注意，对于该器件，地址 0Fh 预计将读取 0x0000，并保留供将来使用。此外，对于高速模式，用户必须在步骤 3 之后和通信之前等待 25μs。

7.4 器件功能模式

TMP113 可配置为在连续或单稳态 (关断) 模式下运行。借助灵活的模式配置，设计人员可在电源效率和性能方面的要求之间实现平衡。

7.4.1 连续转换模式

当配置寄存器中的关断位设置为 0b 时，该器件在连续转换模式下运行。图 7-3 显示该器件处于连续转换周期。在此模式下，该器件以固定周期执行转换，并在每次转换结束时更新温度结果寄存器，典型的有效转换时间为 11ms。

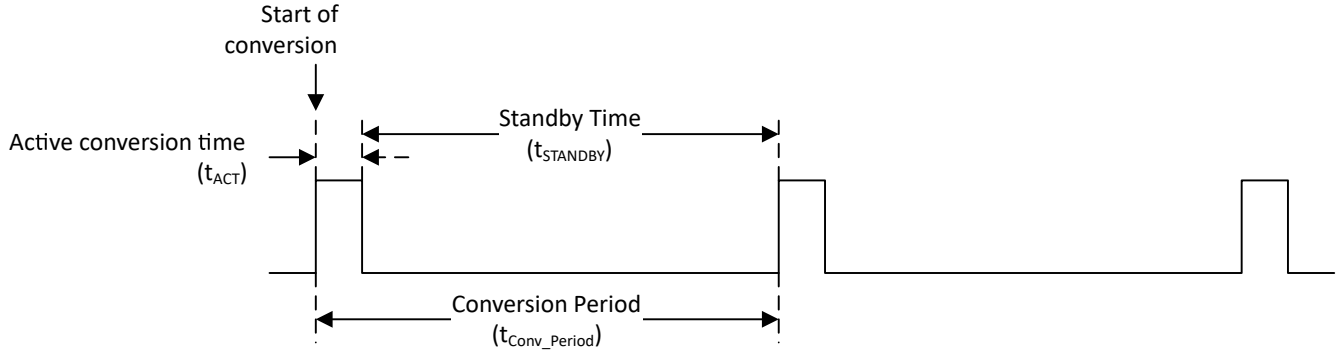


图 7-3. 连续转换周期时序图

配置寄存器中的 **Conversion_Rate[1:0]** 位控制转换的速率。该器件通常在转换期间消耗 **55μA** 电流，在低功耗待机期间消耗 **0.85μA** 电流。通过降低转换的速率，连续模式下的平均电流消耗会降低，应用可从中受益。

使用 [方程式 1](#) 计算连续模式下的平均电流。

$$\text{Average Current} = ((I_{DD_ACTIVE} \times t_{ACT}) + (I_{DD_SB} \times t_{STANDBY})) / t_{Conv_Period} \quad (1)$$

其中

- t_{ACT} = 有效转换时间
- t_{Conv_Period} = 转换周期
- $t_{STANDBY}$ = 转换间的待机时间，即 $t_{Conv_Period} - t_{ACT}$

7.4.2 单稳态模式

当 **1** 被写入配置寄存器中的 **One_Shot** 位时，TMP113 立即启动单稳态温度转换，如 [图 7-4](#) 所示。在 TMP113 正在执行温度转换时请求另一次转换，器件不会停止有效转换。完成单稳态转换后，TMP113 将进入关断模式，**One_Shot** 位将被设置为 **1b**。

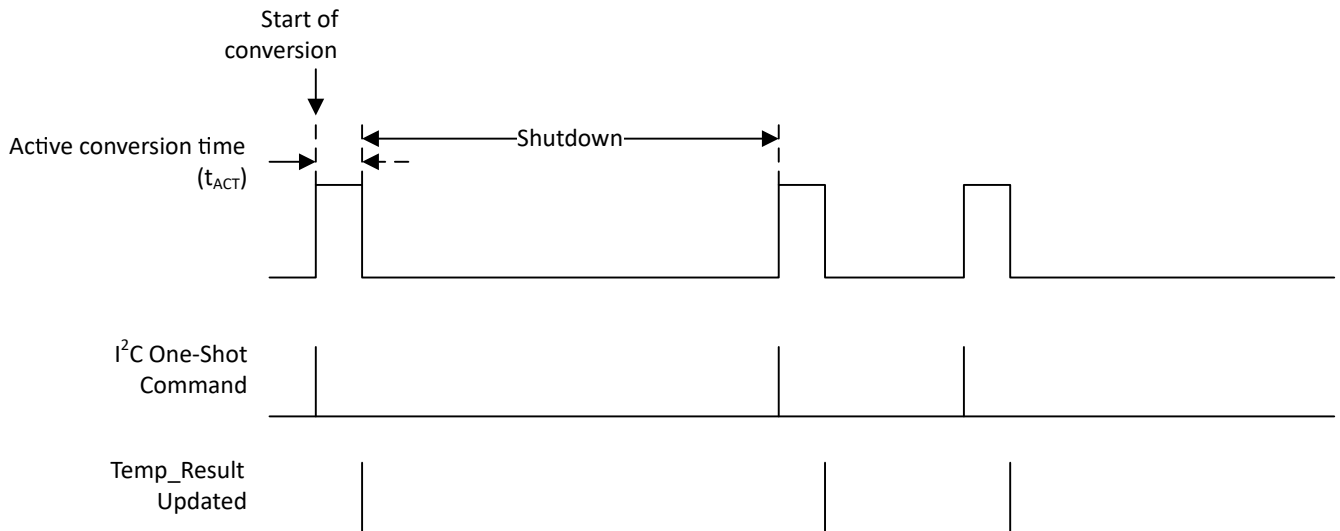


图 7-4. 单稳态时序图

仅当关断位设置为 **1b** 时，才支持单稳态转换。由于转换时间短，TMP113 器件可实现更高的转换率。单次转换通常花费 **11ms**，而一个读取操作在不到 **80 μs** 内发生。使用单稳态模式时，可实现每秒 **50** 次或者更多次的转换。

7.5 编程

7.5.1 串行接口

TMP113 具有一个标准双向 I²C 接口，该接口由控制器器件控制，以便配置或从 TMP113 器件读取数据。I²C 总线上的每个目标器件都有一个特定的地址，用于区分同一 I²C 总线上的其他目标器件。许多目标器件在启动时需要进行配置以设置器件行为。这通常在控制器访问具有唯一寄存器地址的目标器件的内部寄存器映射时完成。一个器件可以有一个或多个用于存储、写入或读取数据的寄存器。TMP113 具有 50ns 干扰抑制滤波器，可兼容 I3C 混合总线。TMP113 支持高达 3.4MHz 的传输数据速率。

7.5.2 总线概述

物理 I²C 接口由串行时钟 (SCL) 和串行数据 (SDA) 线组成。SDA 线必须通过上拉电阻器连接至电源。上拉电阻器的尺寸由 I²C 线的电容量、通信频率和 I²C 总线电压决定。有关更多详细信息，请参阅 [I²C 上拉电阻器计算应用手册](#)。只有当总线处于空闲状态时，控制器才能启动数据传输。如果在停止条件或超时事件后，SDA 和 SCL 线都为高电平，则认为总线处于空闲状态（请参阅图 7-5 和图 7-6）。

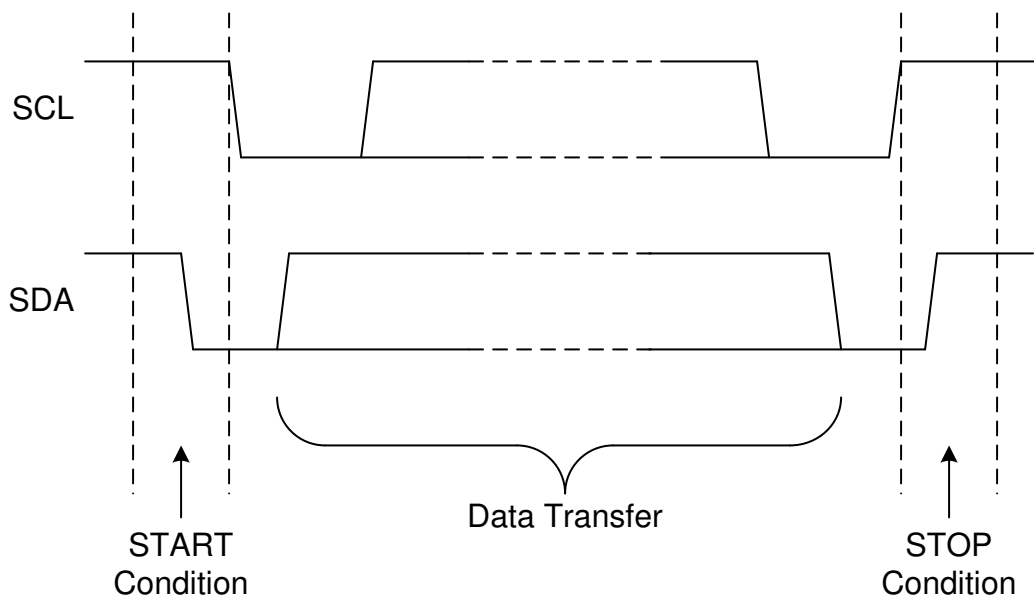


图 7-5. 启动和停止条件的定义

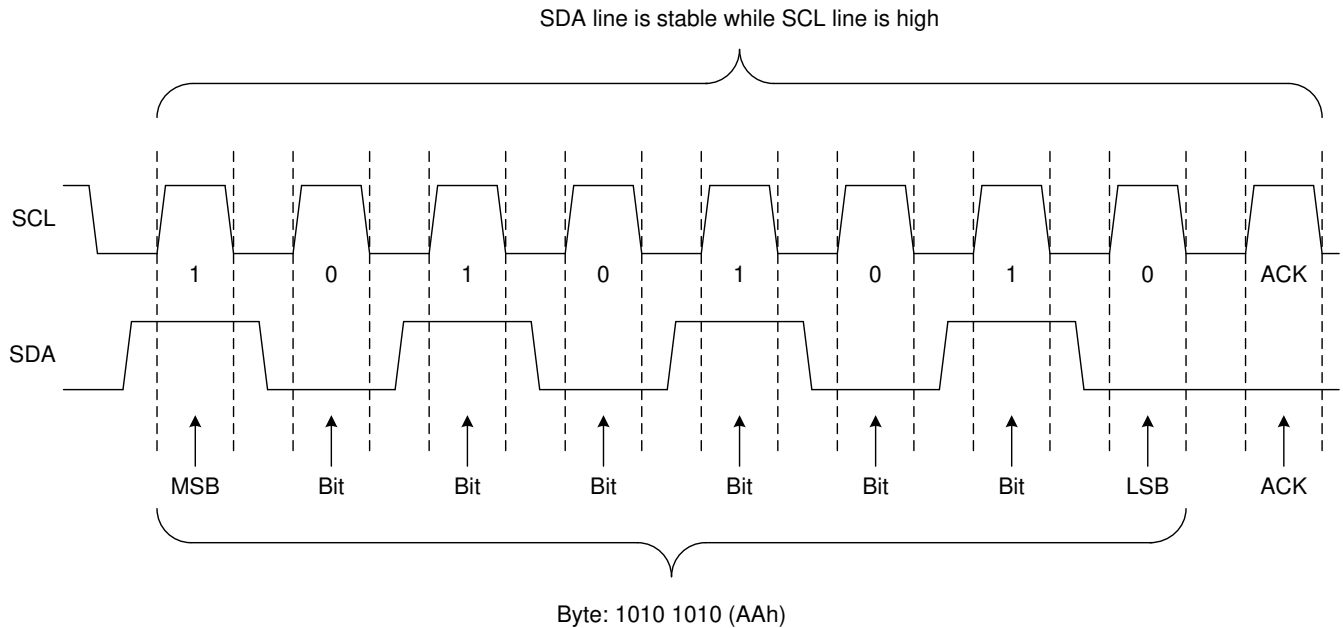


图 7-6. 位传输

7.5.3 器件地址

若要与 TMP113 进行通信，控制器必须首先通过一个地址字节来对目标器件进行寻址。该地址字节包括 7 个地址位和 1 个读取/写入 (R/W) 位，这个 R/W 位表明是执行读取还是写入操作。TMP113 具有一个地址引脚，此引脚支持在一个单一总线上同时对多达 4 个 TMP113 器件的寻址。表 7-5 描述了用于在同一 I²C 总线上正确连接多达四个器件的引脚逻辑电平。

表 7-5. 地址引脚和器件目标地址

器件目标地址 ¹	ADD0 引脚连接	可订购器件
1001000	GND	TMP113
1001001	V _{DD}	
1001010	SDA	
1001011	SCL	

7.5.4 总线事务

7.5.4.1 写入

若要在 I²C 总线上进行写入，控制器在总线上发送一个启动条件，后跟目标器件地址，并且最后一位 (R/W 位) 设置为 0b (表示写入)。目标器件进行确认，告知控制器它已准备就绪。完成此操作后，控制器开始向目标器件发送寄存器指针和数据，控制器以 STOP 条件终止传输。

对只读寄存器或寄存器映射之外的寄存器位置的写入将被忽略。在寄存器映射之外进行写入时，TMP113 仍将执行操作和进行确认。图 7-7 展示了写入单个字的写入通信示例。

¹ 其他地址选项可应要求提供

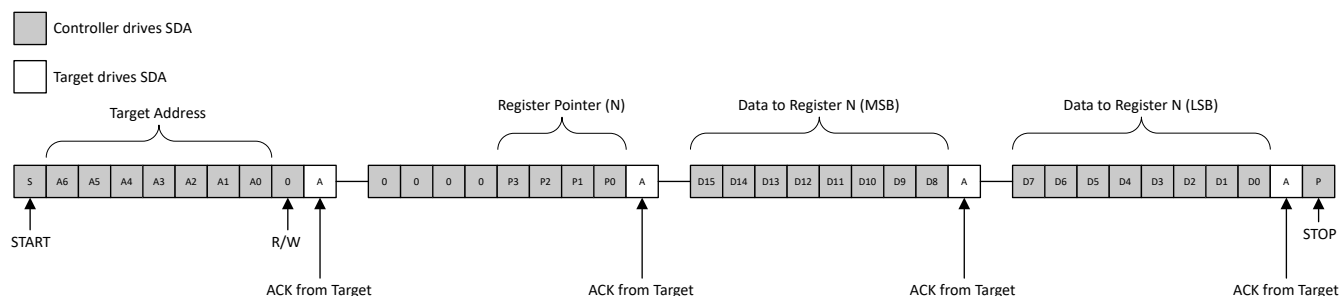


图 7-7. 向单个寄存器写入

7.5.4.2 读取

对于读取操作，控制器发送一个启动条件，后跟目标地址，R/W 位设置为 0b（表示写入）。目标器件确认写入请求，控制器发送寄存器指针。控制器发出重新启动条件，后跟目标地址，R/W 位设置为 1b（表示读取）。控制器将继续发送时钟脉冲，但释放 SDA 线，以便目标器件可以发送数据。在每个数据字节结束时，控制器向目标器件发送一个 ACK，知会目标器件它已准备就绪，可接收更多数据。对于从同一寄存器（如温度寄存器）执行的重复读取操作，无需重新发送寄存器指针。设置指针后，从同一寄存器进行的读取操作可根据控制器需要重复多次。一旦控制器收到了预期的字节数，它就会发送一个 NACK，向目标器件发送信号，以停止通信并释放 SDA 线。控制器随后会发出一个 STOP 条件。从非索引寄存器位置读取将返回 00h。图 7-8 显示了从目标寄存器读取单个字的示例。请注意，复位后，指针被设置为零，并且温度寄存器必须被寻址。

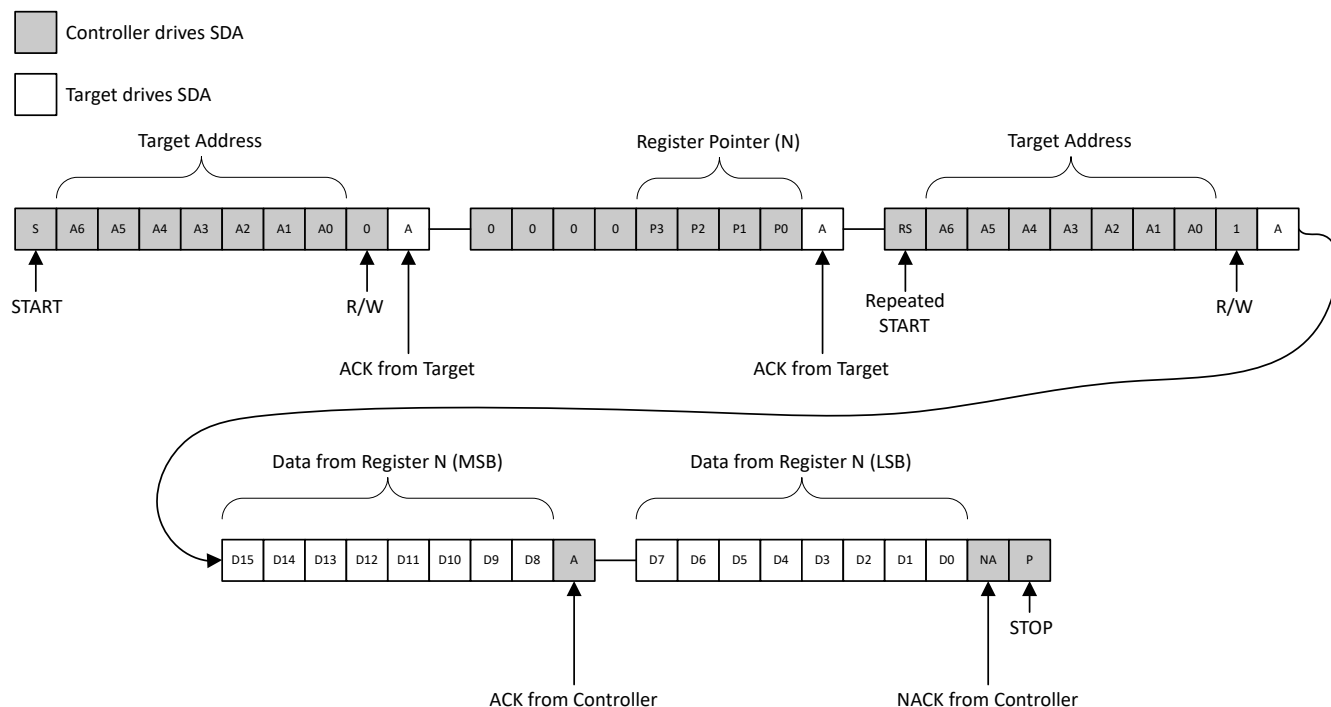


图 7-8. 从单个寄存器读取

7.5.4.3 通用广播复位功能

如果第八位（R/W 位）是 0b，TMP113 会对通用广播地址（0000 000）做出响应。该器件将确认通用广播地址，并对第二个字节中的命令作出响应。如果第二个字节是 0000b 0110b，则 TMP113 内部寄存器复位为上电值，如 SMBus 通用广播复位时序图所示。串行地址不受通用广播复位的影响。

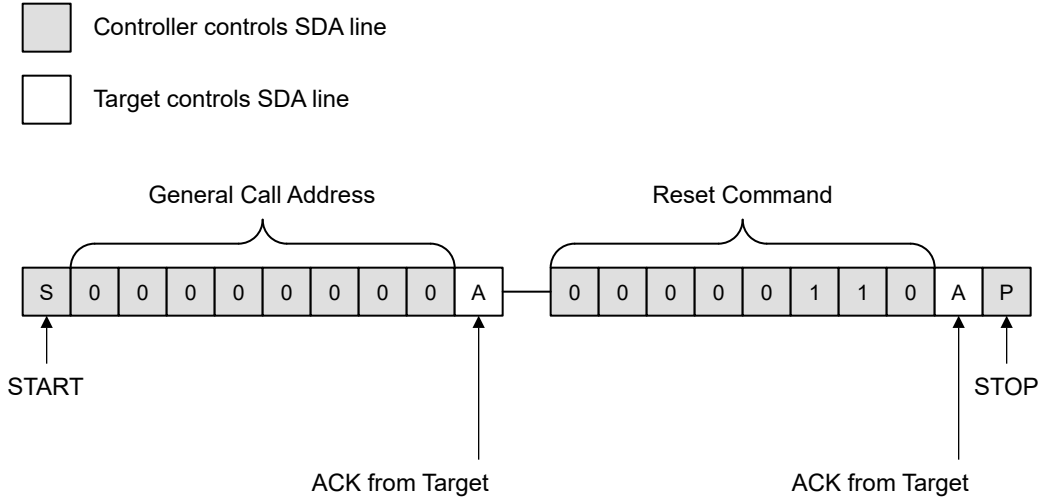


图 7-9. SMBus 通用广播复位时序图

7.5.4.4 SMBus 警报响应

TMP113 器件支持 SMBus 警报响应。当 TMP113 在警报模式下运行并且 ALERT 引脚可用时，控制器可以检测到存在警报条件。无论 ALERT 引脚是否可用，都设置警报状态。如图 7-10 所示，如果控制器在总线上发送 SMBus 警报命令 (19h 或 00011001b)，并且设置了警报，器件将确认 SMBus 警报命令，并通过在 SDA 线路上返回器件地址来进行响应。器件地址字节的第八位 (LSB) 表明警报条件是否是由于温度超过 THigh_Limit 或者低于 TLow_Limit 引起的。八位值遵循极性位设置。

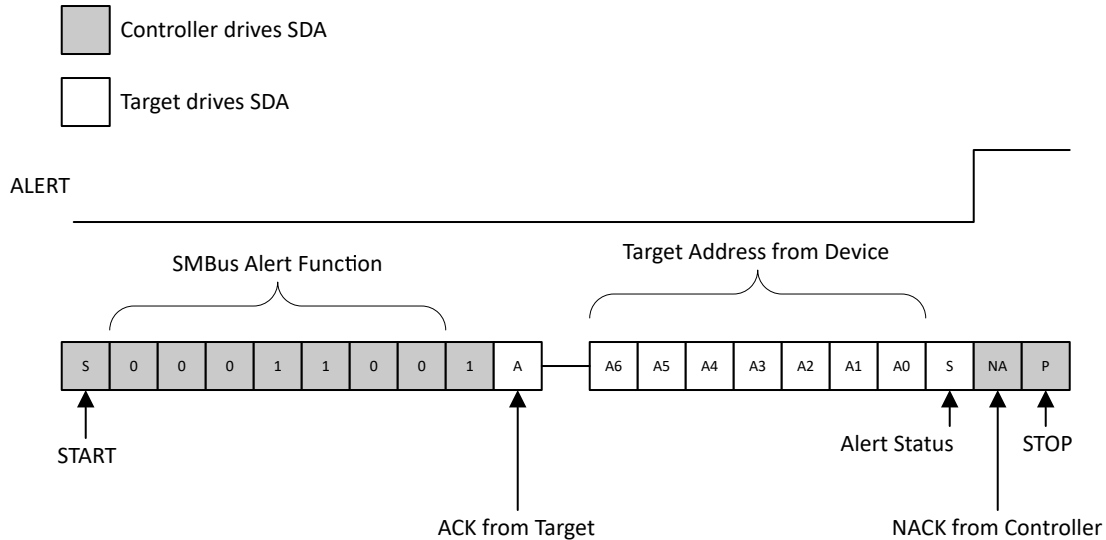


图 7-10. SMBus 警报响应

如果总线上的多个器件对 SMBus 警报命令做出响应，SMBus 警报命令的器件地址部分的仲裁将确定哪个器件的 ALERT 引脚激活。具有最低地址的器件将在仲裁中胜出。在赢得仲裁时，TMP113 会停用 ALERT 引脚和/或清除状态位。为了防止在连续转换模式下具有最低 I²C 地址的器件看到警报线路，而使具有较高 I²C 地址的其他器件停止报告警报，控制器必须临时禁用具有最低 I²C 地址器件的警报模式，直到系统中的所有警报均已清除。

7.5.4.5 超时功能

在 START 和 STOP 条件之间，如果控制器使 SCL 线保持为低电平，或者 TMP113 使 SDA 线保持为低电平 30 ms (典型值)，则 TMP113 将复位串行接口。如果 SCL 引脚被拉低，TMP113 会释放 SDA 线，并等待来自控制

器的 START 条件。为避免激活超时功能，请保持在 SCL 工作频率至少为 1kHz 时的通信速度。如果总线上的另一个器件使 SDA 引脚保持为低电平，则 TMP113 不会复位。

7.5.4.6 可兼容 I3C 混合总线

同时具有 I3C 和 I²C 接口的总线被称为混合总线，时钟速度高达 12.5MHz。TMP113 是一款可以与 I3C 器件存在于同一总线上的 I²C 器件，这是因为 TMP113 在 SDA 和 SCL 引脚上集成了一个 50ns 的尖峰抑制滤波器，可避免在与 I3C 器件进行通信时对总线产生任何干扰。

8 寄存器映射

表 8-1. TMP113 寄存器映射

地址	类型	复位	首字母缩写词	寄存器名称	章节
00h	R	0000h	Temp_Result	温度结果寄存器	转到
01h	R/W	40A0h	配置	配置寄存器	转到
02h	R/W	4B00h	TLow_Limit	温度下限寄存器	转到
03h	R/W	5000h	THigh_Limit	温度上限寄存器	转到
04h - 0Ah	R	xxxxh	保留	保留	-
0Bh	R	1130h	Device_ID	器件 ID	节 8.5
0Ch	R	xxxxh	Unique_ID0	NIST Data 0 寄存器	节 8.6
0Dh	R	xxxxh	Unique_ID1	NIST Data 1 寄存器	节 8.7
0Eh	R	xxxxh	Unique_ID2	NIST Data 2 寄存器	节 8.8
0Fh	R	xxxxh	保留	保留	-

表 8-2. TMP113 寄存器部分/块访问类型代码

访问类型	代码	说明
读取类型		
R	R	读取
RC	R C	读取 即清零
R-0	R -0	读取 返回 0s
写入类型		
W	W	写入
W0CP	W 0C P	W 0 即清零 需要特权访问
复位或默认值		
-n		复位后的值或默认值

8.1 Temp_Result 寄存器 (地址 = 00h) [复位 = 0000h]

该寄存器以 12 位二进制补码格式存储最新的温度转换结果，LSB 等于 0.0625°C。

返回 [寄存器映射](#)。

表 8-3. Temp_Result 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
Temp_Result[11:4]							
R-xxh							
7	6	5	4	3	2	1	0
Temp_Result[3:0]				保留			
R-xh				R-0000b			

表 8-4. Temp_Result 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15:4	Temp_Result[11:0]	R	xxxh	12 位温度转换结果 温度数据由一个 12 位二进制补码字表示，LSB 等于 0.0625°C。
3:0	保留	R	0000b	保留

8.2 配置寄存器 (地址 = 01h) [复位 = 40A0h]

该寄存器用于配置 TMP113 的运行，还提供警报状态。

返回[寄存器映射](#)。

表 8-5. 配置寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
One_Shot	保留		Fault[1:0]		极性	Alert_Mode	关断
R/W-0b	R-11b		R/W-00b		R/W-0b	R/W-0b	R/W-0b
7	6	5	4	3	2	1	0
Conversion_Rate[1:0]		警报标志	保留				
R/W-10b		R-1b	R-00000b				

表 8-6. 配置寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15	One_Shot	R/W	0b	仅适用于关断模式的单稳态转换触发器。在连续转换模式下，该位读取为 0b。在关断模式下，该位读取 1b，然后转换完成后，该位读取 0b。仅当该器件处于关断模式时才会触发单稳态转换。 0b = 有效转换正在进行 1b = 触发单稳态转换或有效转换完成
14:13	保留	R	10b	保留
12:11	Fault[1:0]	R/W	00b	故障位用于在置位 ALERT 引脚且设置状态位之前，设置警报条件存在的连续转换数量。 00b = 1 个故障 01b = 2 个故障 10b = 4 个故障 11b = 6 个故障
10	极性	R/W	0b	极性位使得主机能够调整 ALERT 引脚/标志输出的极性。 0b = ALERT 引脚/标志输出为低电平有效 1b = ALERT 引脚/标志输出为高电平有效
9	Alert_Mode	R/W	0b	警报模式位指示温度限值如何运行。 0b = 比较器模式 1b = 警报模式
8	关断	R/W	0b	关断位用于更改器件转换模式。 0b = 连续转换模式 1b = 关断模式
7:6	Conversion_Rate[1:0]	R/W	10b	转换率位配置器件转换周期。默认情况下，每 250ms 转换一次。 00b = 4s/0.25Hz 01b = 1s/1Hz 10b = 0.25s/4Hz 11b = 0.125s/8Hz
5	警报标志	R	1b	警报位是一个只读位，提供比较器模式下警报状态的相关信息，受 Alert_Mode 设置的影响。极性位会影响警报标志。
4:0	保留	R	00000b	保留

8.3 TLow_Limit 寄存器 (地址 = 02h) [复位 = 4B00h]

该寄存器用于配置器件的低温警报限值。该限值采用 12 位二进制补码格式，LSB 等于 62.5m°C。启动时的默认值为 4B00h 或 75°C。

返回 [寄存器映射](#)。

表 8-7. TLow_Limit 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
TLow_Limit[11:4]							
R/W-4Bh							
7	6	5	4	3	2	1	0
TLow_Limit[3:0]				保留			
R/W-0h				R-0000b			

表 8-8. TLow_Limit 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15:4	TLow_Limit[11:0]	R/W	4B0h	12 位温度下限设置。 温度下限由一个 12 位二进制补码字表示，LSB 等于 62.5m°C。 此情况下的默认设置为 75°C。
3:0	保留	R	0000b	保留

8.4 THigh_Limit 寄存器 (地址 = 03h) [复位 = 5000h]

该寄存器用于配置器件的高温警报限值。该限值采用 12 位二进制补码格式，LSB 等于 62.5m°C。启动时的默认值为 5000h 或 80°C。

返回[寄存器映射](#)。

表 8-9. THigh_Limit 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
THigh_Limit[11:4]							
R/W-50h							
7	6	5	4	3	2	1	0
THigh_Limit[3:0]				保留			
R/W-0h				R-0000b			

表 8-10. THigh_Limit 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15:4	THigh_Limit[11:0]	R/W	500h	12 位温度上限设置。 温度上限由一个 12 位二进制补码字表示，LSB 等于 62.5m°C。 此情况下的默认设置为 80°C。
3:0	保留	R	0000b	保留

8.5 器件 ID 寄存器 (地址 = 0Bh) [复位 = 113xh]

这个只读寄存器指示器件 ID 和修订版本号。

返回[寄存器映射](#)。

表 8-11. Device_ID 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
DID[11:4]							
R-11h							
7	6	5	4	3	2	1	0
DID[3:0]				Rev[3:0]			
R-3h				R-0h			

表 8-12. Device_ID 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15:4	DID[11:0]	R	113h	指明器件 ID。
3:0	Rev[3:0]	R	0h	指明版本号。

8.6 Unique_ID0 寄存器 (地址 = 0Ch) [复位 = xxxxh]

该寄存器包含器件唯一 ID 的 0:15 位。器件唯一 ID 用于 NIST 可追溯性目的。有关如何读取唯一 ID 的过程，请转至[节 7.3.4](#)。

返回[寄存器映射](#)。

表 8-13. Unique_ID0 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
Unique_ID0[15:8]							
R-xxh							
7	6	5	4	3	2	1	0
Unique_ID0[7:0]							
R-xxh							

表 8-14. Unique_ID0 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15:0	Unique_ID0[15:0]	R	xxxxh	器件唯一 ID 的 15:0 位

8.7 Unique_ID1 寄存器 (地址 = 0Dh) [复位 = xxxxh]

该寄存器包含器件唯一 ID 的 31:16 位。器件唯一 ID 用于 NIST 可追溯性目的。有关如何读取唯一 ID 的过程，请转至[节 7.3.4](#)。

返回[寄存器映射](#)。

表 8-15. Unique_ID1 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
Unique_ID1[31:24]							
R-xxh							
7	6	5	4	3	2	1	0
Unique_ID1[23:16]							
R-xxh							

表 8-16. Unique_ID1 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15:0	Unique_ID0[31:16]	R	xxxxh	器件唯一 ID 的 31:16 位

8.8 Unique_ID2 寄存器 (地址 = 0Eh) [复位 = xxxxh]

该寄存器包含器件唯一 ID 的 47:32 位。器件唯一 ID 用于 NIST 可追溯性目的。有关如何读取唯一 ID 的过程，请转至节 7.3.4。

返回[寄存器映射](#)。

表 8-17. Unique_ID2 寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
Unique_ID2[47:40]							
R-xxh							
7	6	5	4	3	2	1	0
Unique_ID2[39:32]							
R-xxh							

表 8-18. Unique_ID2 寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15:0	Unique_ID2[47:32]	R	xxxxh	器件唯一 ID 的 47:32 位

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

TMP113 可使用两线制 I²C 或 SMBus 兼容接口运行并且能够在 1.4V 至 5.5V 总线电压下运行。TMP113 独特小巧，尺寸为 1.5mm × 1mm，z 高度为 0.525mm。

9.2 相同的 I²C 上拉和电源应用

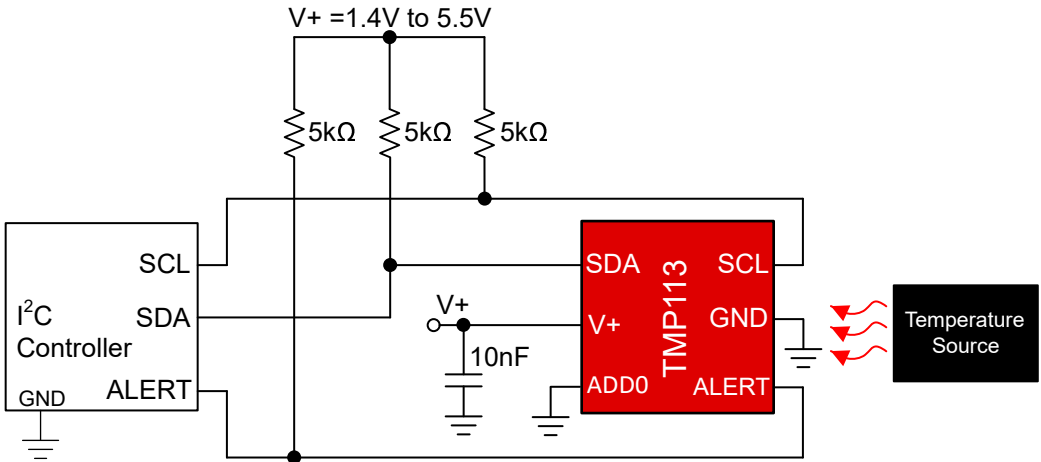


图 9-1. 相同的 I²C 上拉和电源电压应用

9.2.1 设计要求

对于该设计示例，请使用下面列出的参数。

表 9-1. 设计参数

参数	值
电源 (V+)	1.4V 至 5.5V
SDA, SCL V _{PULLUP}	≥ V+
SDA, SCL R _{PULLUP}	≥ 5kΩ
警报 R _{PULLUP}	≥ 5kΩ (优选 20kΩ)

9.2.2 详细设计过程

TMP113 的 SDA 和 SCL 引脚电压可以与电源电压 V+ 相同。TMP113 的精度不受上拉电压的影响。不过，建议使用最小 SDA 和 ALERT 引脚上拉电流，以防止自发热和温度精度降低。此外，为了更最大限度地减少测量噪声，不建议在温度转换期间在 I2C 总线上进行通信。

9.2.3 应用曲线

图 9-2 展示了 TMP113 从室温 (25°C) 浸入 75°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) 为 0.2s (对于柔性 PCB) 和 1.1s (对于刚性 PCB)。时间常数结果取决于安装 TMP113 的印刷电路板 (PCB) 的尺寸和厚度。在刚性 PCB 中，TMP113 焊接于 0.5 英寸 × 0.5 英寸的双层 PCB 上。

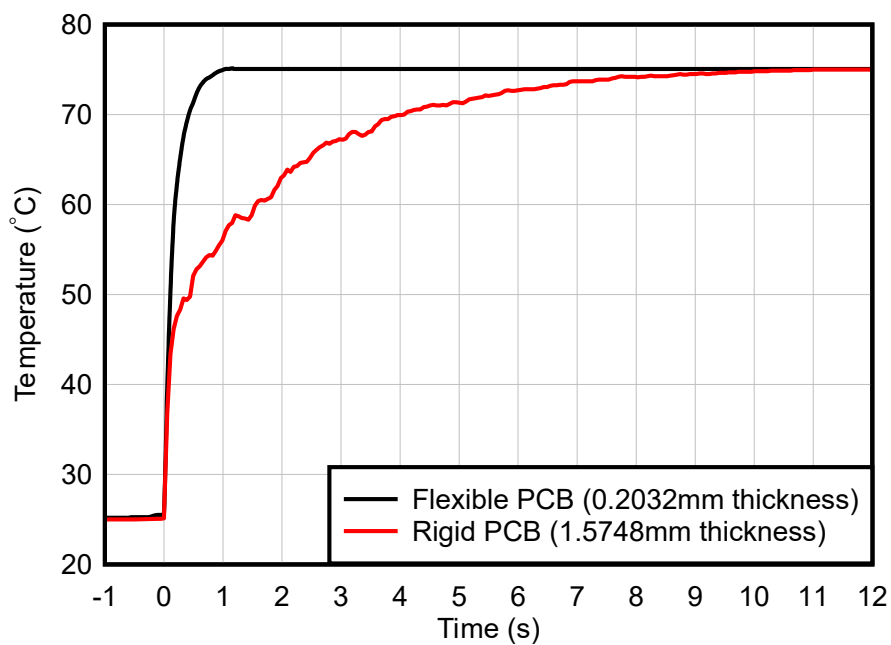


图 9-2. 温度阶跃响应 (TMP113 安装在柔性和刚性 PCB 上)

9.3 电源相关建议

TMP113 工作电源电压范围为 1.4V 至 5.5V，压摆率低至 10mV/ms。该器件可在整个电源电压范围内准确测量温度。为确保正常运行，需要使用电源旁路电容器。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 0.01 μF 。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。

9.4 布局

9.4.1 布局指南

TMP113 是一款易于布局的器件。电源旁路电容器的位置应尽可能靠近电源引脚和接地引脚。此旁路电容器的建议值为 0.01 μF 。可以添加额外的去耦电容以补偿噪声或高阻抗电源。通过 5k Ω 或 20k Ω 上拉电阻器上拉开漏输出引脚 (SDA、SCL 和 ALERT)。

9.4.2 布局示例

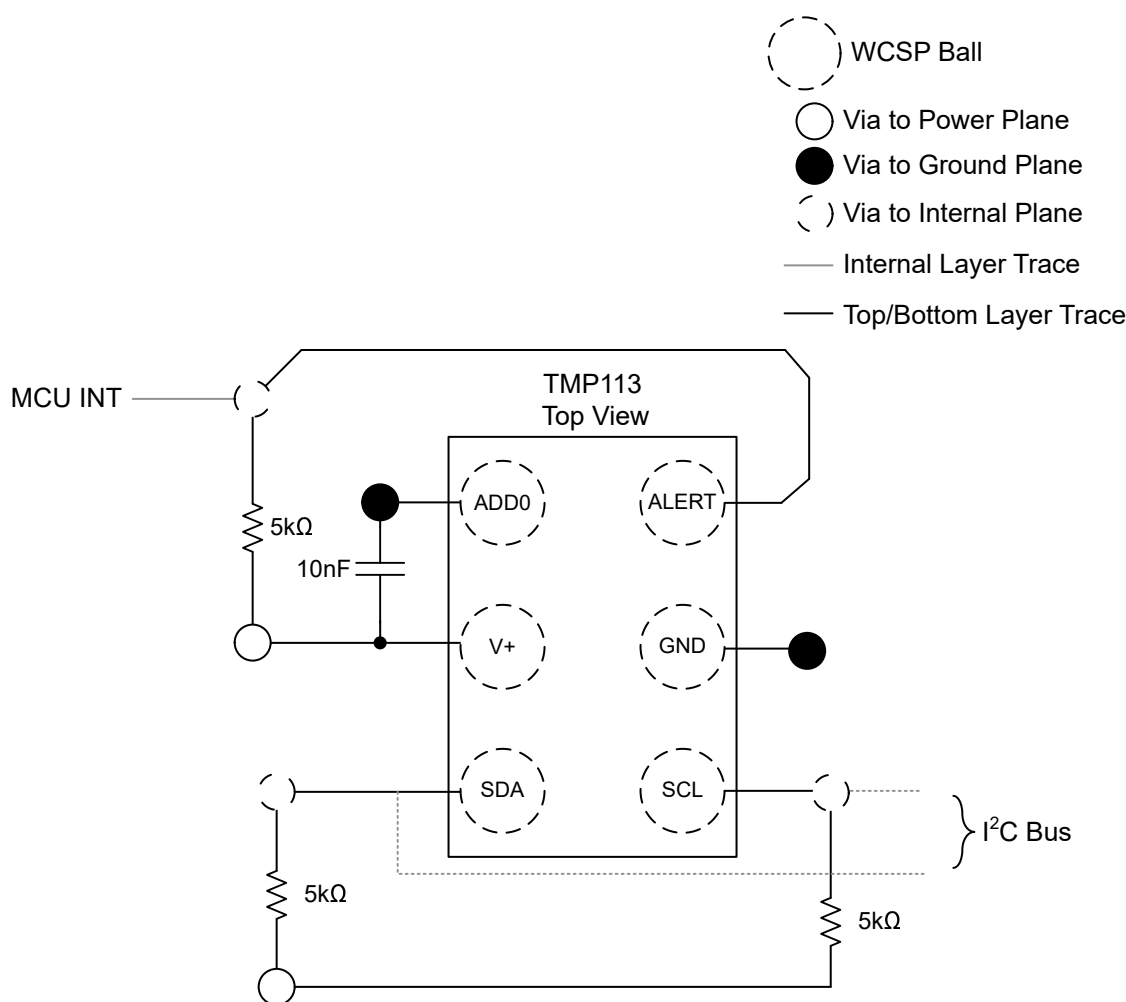


图 9-3. 布局示例

10 器件和文档支持

TI 提供广泛的开发工具。下面列出了用于评估器件性能、生成代码和开发解决方案的工具和软件。

10.1 器件支持

10.2 文档支持

10.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 德州仪器 (TI)，[TMP102 采用 SOT563 封装并具有 SMBus 和双线制串行接口的低功耗数字温度传感器](#)，数据表
- 德州仪器 (TI)，[TMP110 适用于成本敏感型系统的超小型 \$\pm 1.0^{\circ}\text{C}\$ 精确 I2C 数字温度传感器](#) 数据表
- 德州仪器 (TI)，[TMP112x 采用 SOT563 封装并具有 SMBus 和双线制串行接口的高精度、低功耗数字温度传感器](#)，数据表
- 德州仪器 (TI)，[TMP113 评估模块 EVM](#)

10.3 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。

10.4 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](#)。

10.5 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。

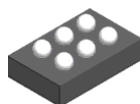
11 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

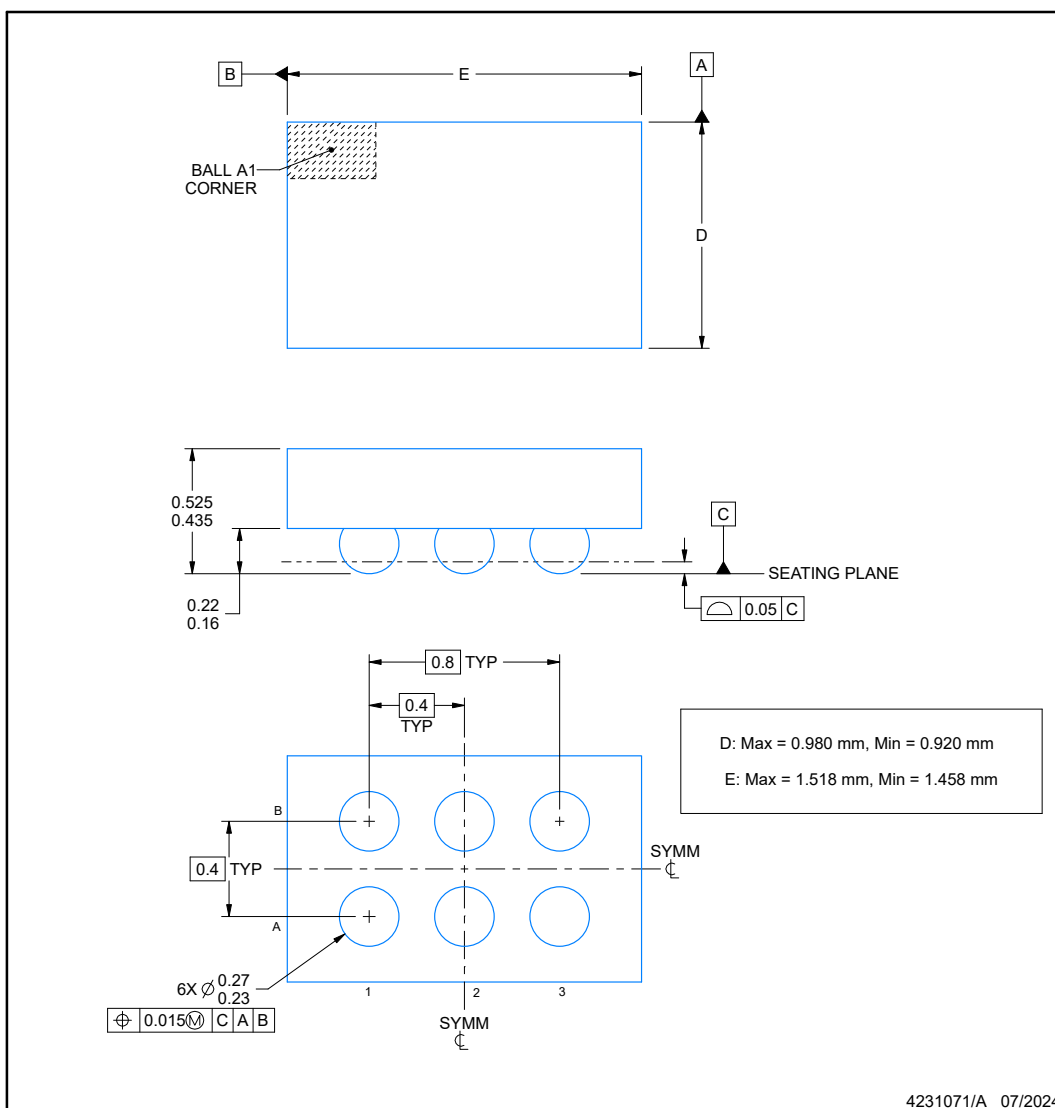
日期	修订版本	注释
December 2024	*	初始发行版

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。

**YBG0006-C04****PACKAGE OUTLINE****DSBGA - 0.525 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY

**NOTES:**

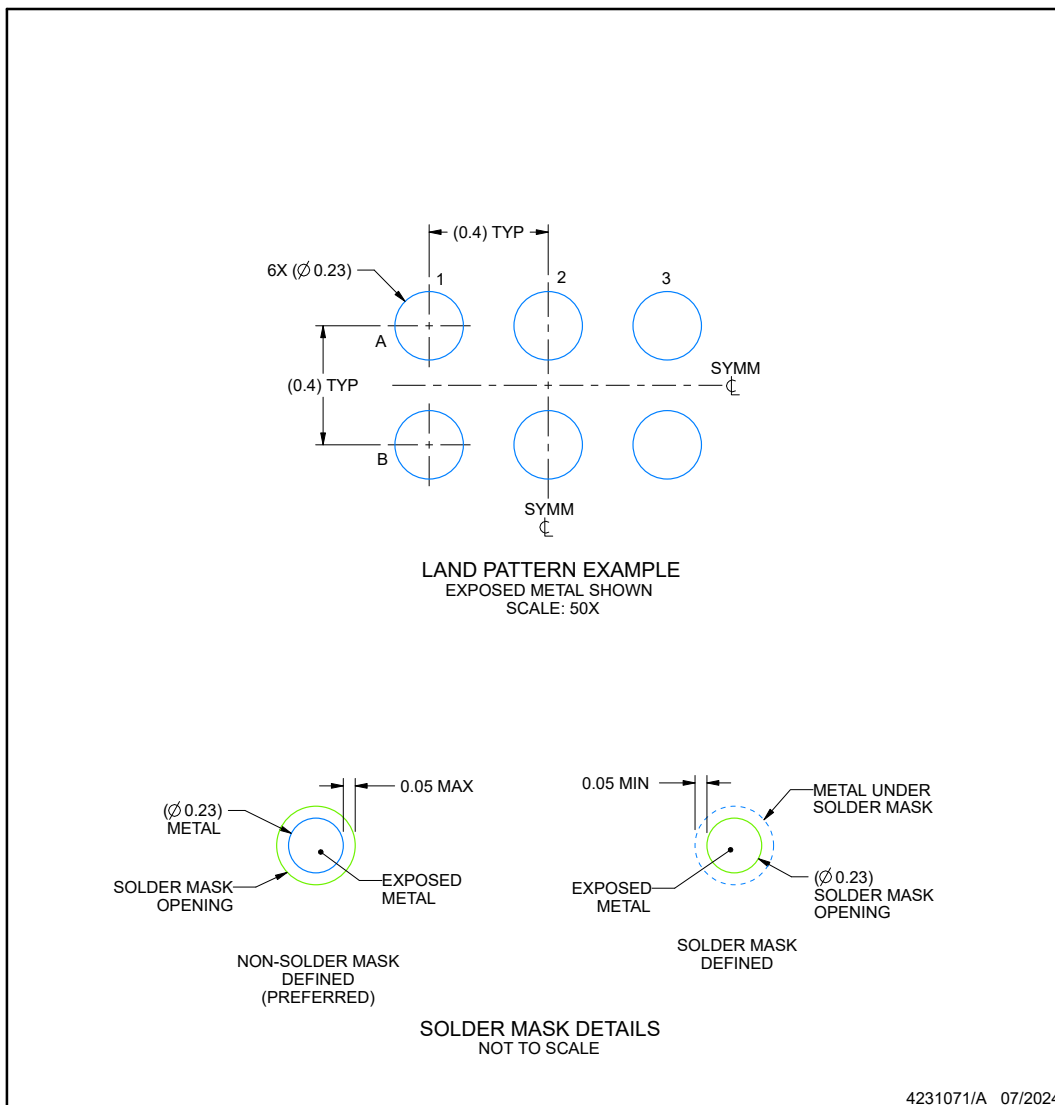
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

YBG0006-C04

DSBGA - 0.525 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY

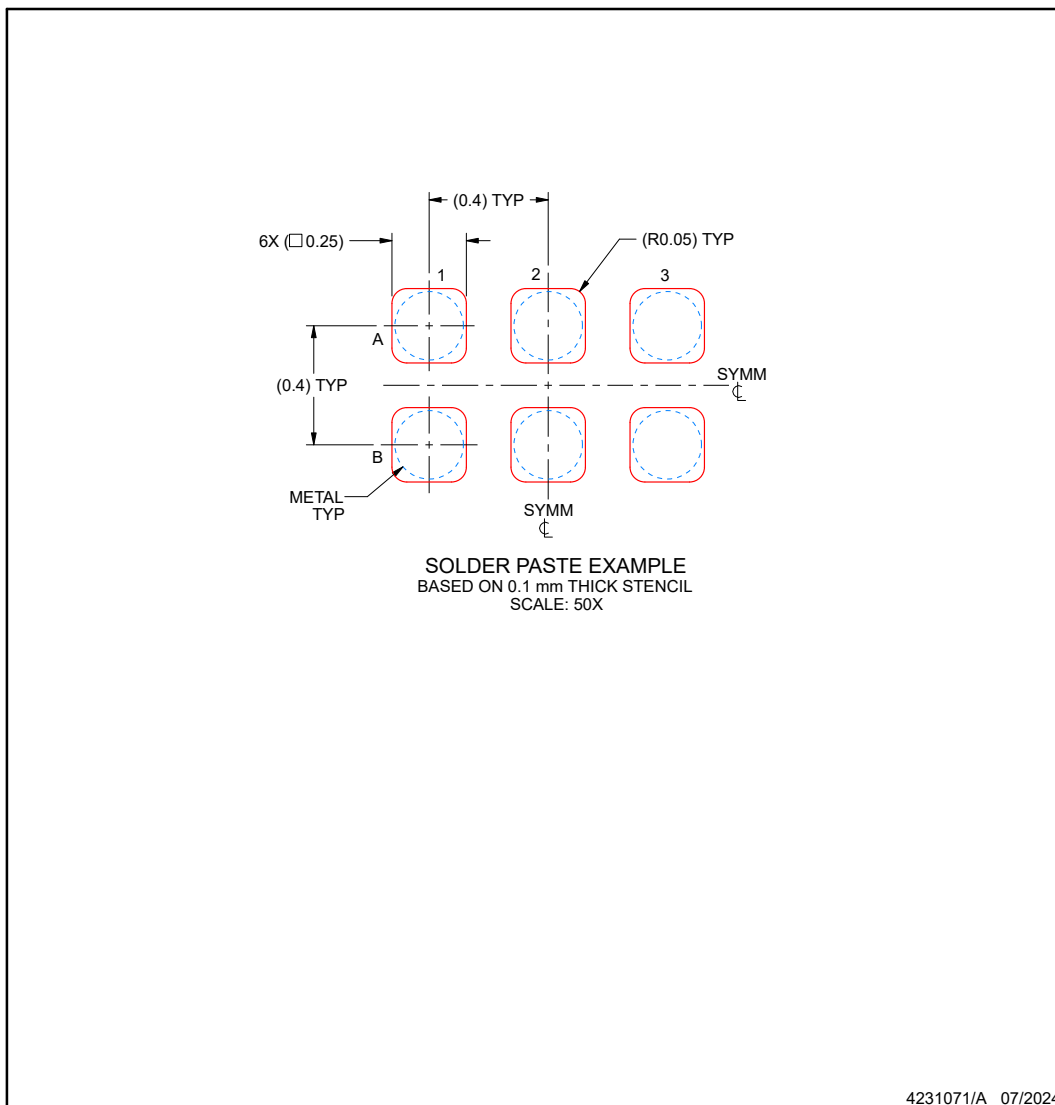


NOTES: (continued)

- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints.
See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN**YBG0006-C04****DSBGA - 0.525 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

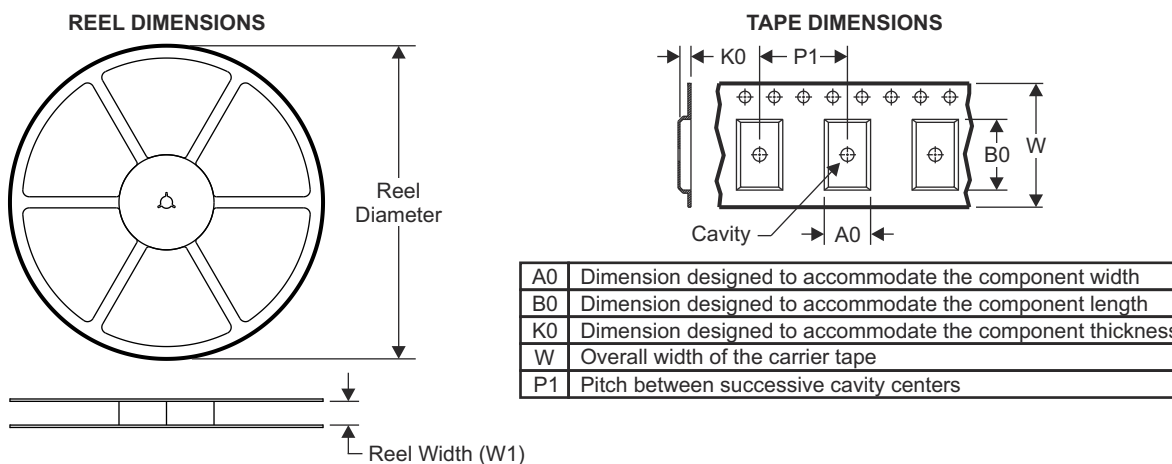
12.1 封装选项附录

封装信息

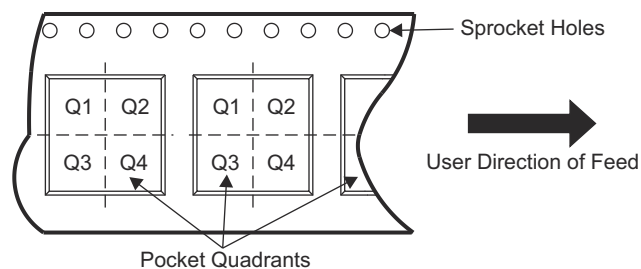
可订购器件	状态 ⁽¹⁾	封装类型	封装图	引脚	包装数量	环保计划 ⁽²⁾	铅/焊球镀层 ⁽⁶⁾	MSL 峰值温度 ⁽³⁾	工作温度 (°C)	器件标识 ^{(4) (5)}
TMP113AIYBGR	PRE_PROD	DSBGA	YBG	6	3000	RoHS 和绿色环保	SnAgCu	Level-1-260C-UNLIM	-40 至 125	QU

- (1) 销售状态值定义如下：
正在供货：建议用于新设计的产品器件。
限期购买：TI 已宣布器件即将停产，但仍在购买期限内。
NRND：不推荐用于新设计。为支持现有客户，器件仍在生产，但 TI 不建议在新设计中使用此器件。
PRE_PROD：器件未发布，尚未量产，未向大众市场供货，也未在网络上供应，未提供样片。
预发布：器件已发布，但未量产。可能提供样片，也可能无法提供样片。
已停产：TI 已停止生产该器件。
- (2) 环保计划 - 规划的环保分级包括：无铅 (RoHS)，无铅 (RoHS 豁免) 或绿色 (RoHS，无镉/溴) - 如需了解最新供货信息及更多产品内容详情，请访问 www.ti.com.cn/productcontent。
待定：无铅/绿色环保转换计划尚未确定。
无铅 (RoHS)：TI 所说的“无铅”或“无 Pb”是指半导体产品符合针对所有 6 种物质的现行 RoHS 要求，包括要求铅的重量不超过同质材料总重量的 0.1%。因在设计时就考虑到了高温焊接要求，因此 TI 的无铅产品适用于指定的无铅作业。
无铅 (RoHS 豁免)：该元件在以下两种情况下可享受 RoHS 豁免：1) 芯片和封装之间使用铅基倒装芯片焊接凸点；2) 芯片和引线框之间使用铅基芯片粘合剂。否则，元件将根据上述规定视为无铅 (符合 RoHS)。
绿色环保 (RoHS，无镉/溴)：TI 定义的“绿色环保”表示无铅 (符合 RoHS 标准)、无溴 (Br) 和无镉 (Sb) 系阻燃剂 (均质材料中 Br 或 Sb 的质量不超过总质量的 0.1%)。
- (3) MSL，峰值温度-- 湿敏等级额定值 (符合 JEDEC 工业标准分级) 和峰值焊接温度。
- (4) 器件上可能还有与标识、批次跟踪代码信息或环境分类相关的其他标志。
- (5) 如有多个器件标识，将用括号括起来。不过，器件上仅显示括号中以“~”隔开的其中一个器件标识。如果某一行缩进，说明该行续接上一行，这两行合在一起表示该器件的完整器件标识。
- (6) 铅/焊球镀层 - 可订购器件可能有多种镀层材料选项。各镀层选项用垂直线隔开。如果铅/焊球镀层值超出最大列宽，则会折为两行。
- 重要信息和免责声明**：本页面上提供的信息代表 TI 在提供该信息之日的认知和观点。TI 的认知和观点基于第三方提供的信息，TI 不对此类信息的正确性做任何声明或保证。TI 正在致力于更好地整合第三方信息。TI 已经并将继续采取合理的措施来提供有代表性且准确的信息，但是可能尚未对引入的原料和化学制品进行破坏性测试或化学分析。TI 和 TI 供应商认为某些信息属于专有信息，因此可能不会公布其 CAS 编号及其他受限制的信息。
- 在任何情况下，TI 因此类信息产生的责任决不超过 TI 每年向客户销售的本文档所述 TI 器件的总购买价。

12.2 卷带包装信息

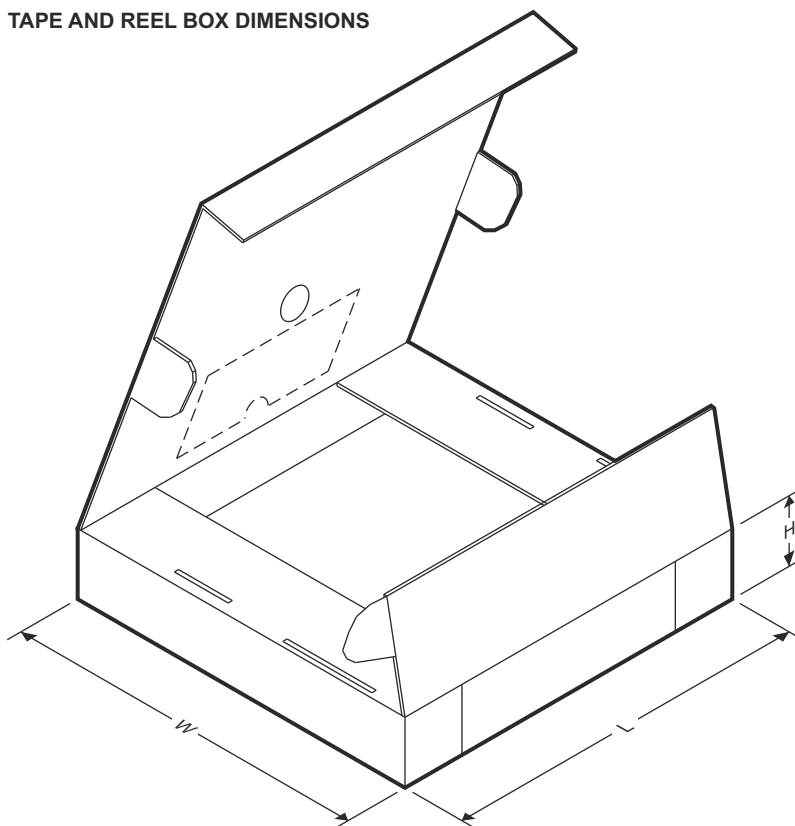


QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 象限
TMP113AIYBGR	DSBGA	YBG	6		180	8.4	1.14	1.64	.59	4	8	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
TMP113AIYBGR	DSBGA	YBG	6		182	182	20

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)
TMP113AIYBGR	Active	Production	DSBGA (YBG) 6	3000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	QU
TMP113AIYBGR.A	Active	Production	DSBGA (YBG) 6	3000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	QU

⁽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.

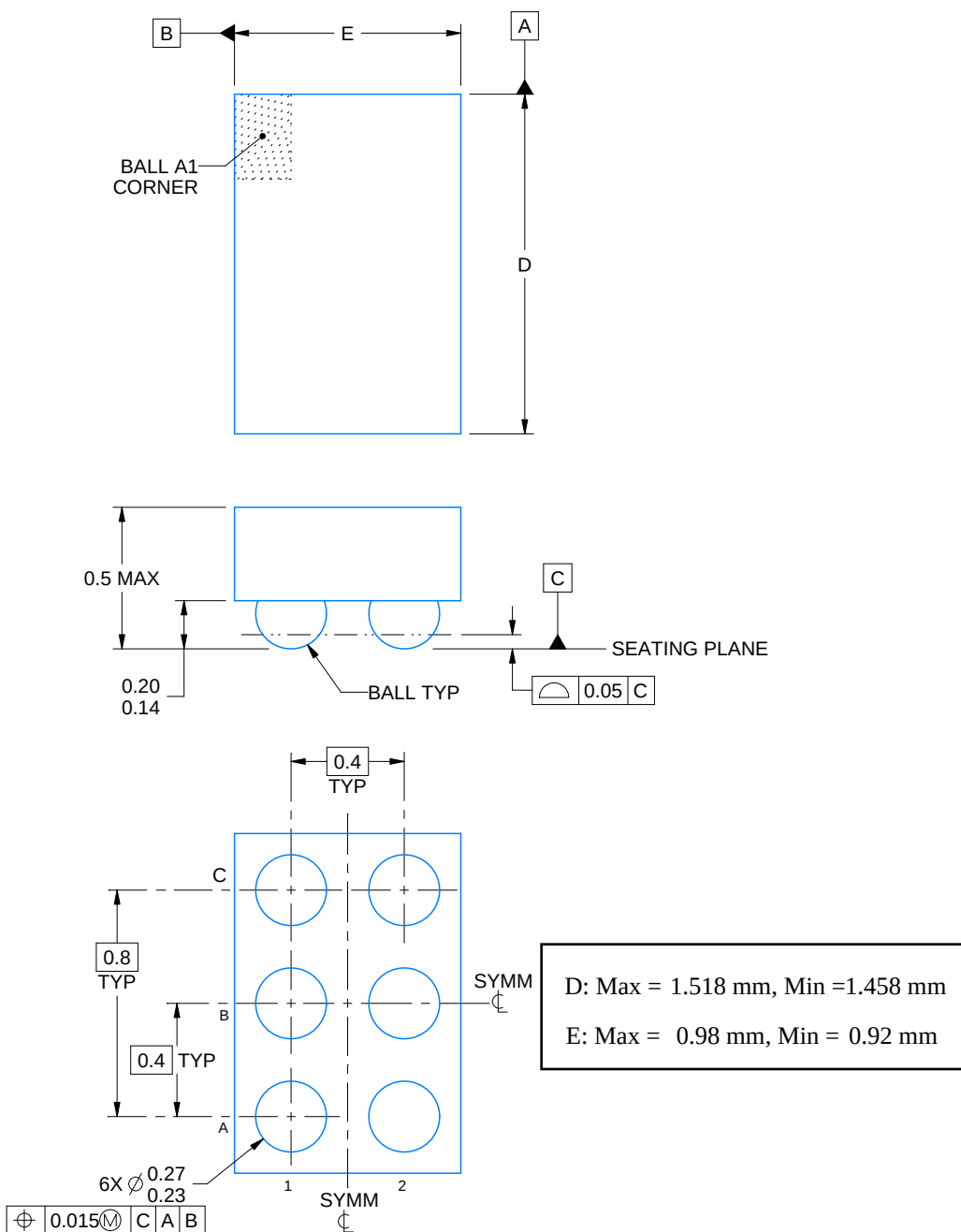
Important Information and Disclaimer:The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. 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.



DSBGA - 0.5 mm max height

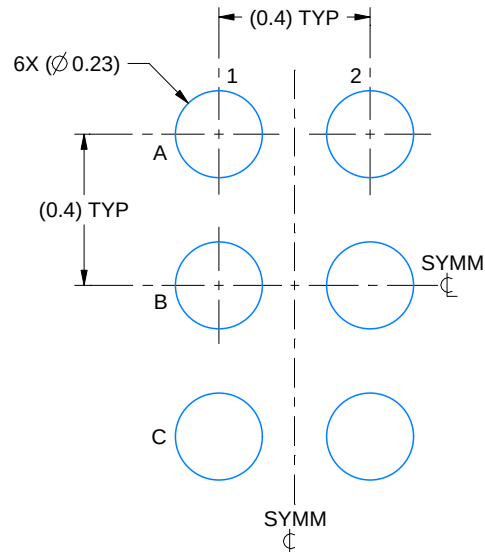
DIE SIZE BALL GRID ARRAY



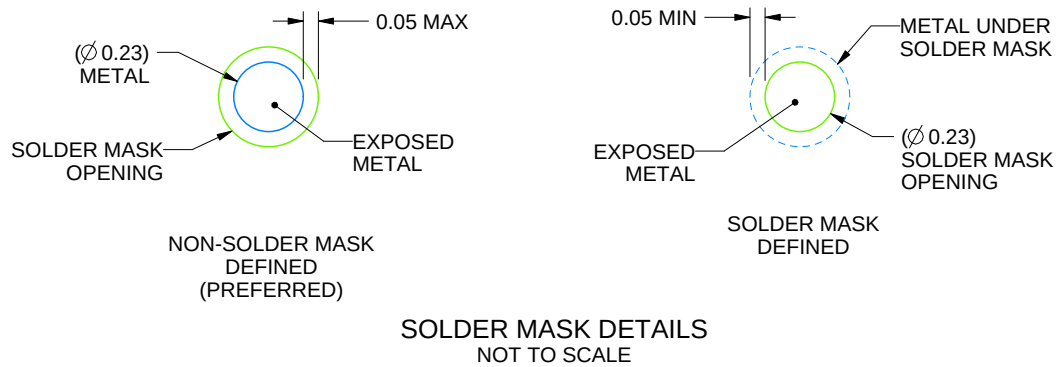
4224328/A 05/2018

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.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 50X



SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4224328/A 05/2018

NOTES: (continued)

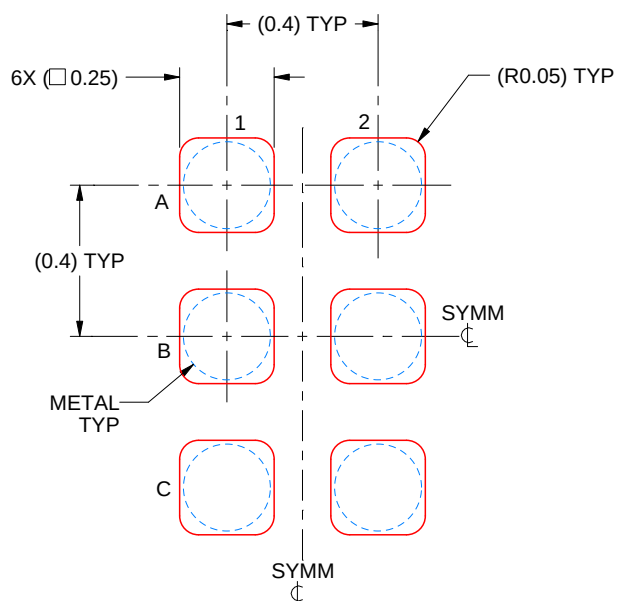
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN

YBG0006

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
SCALE: 50X

4224328/A 05/2018

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月