

ADS1118 具有内部基准和温度传感器的兼容 SPI™ 的 16 位模数转换器

1 特性

- 超小型 X2QFN 封装：
2mm × 1.5mm × 0.4mm
- 宽电源电压范围：2V 至 5.5V
- 低流耗：
 - 连续模式：只有 150μA
 - 单次模式：自动断电
- 可编程数据传输速率：
8SPS 至 860SPS
- 单周期稳定
- 内部低漂移电压基准
- 内部温度传感器：
0.5°C（最大值）误差：0°C 至 70°C
- 内部振荡器
- 内部可编程增益放大器 (PGA)
- 四路单端或两个差分输入

2 应用

- 温度测量：
 - 热电偶测量
 - 冷结点补偿
 - 热敏电阻测量
- 便携式仪表
- 工厂自动化和过程控制

3 说明

ADS1118 是一款高精度的低功耗 16 位模数转换器 (ADC)。该器件采用超小型无引线 X2QFN-10 封装或超薄小外形尺寸 VSSOP-10 封装，具备测量最常见传感器信号所需的全部功能。ADS1118 集成了可编程增益放大器 (PGA)、电压基准、振荡器和高精度温度传感器。凭借这些功能以及 2V 至 5.5V 的宽电源电压范围，ADS1118 非常适用于功率及空间受限型传感器测量应用。

ADS1118 数据转换速率最高可达每秒 860 次采样 (SPS)。PGA 的输入范围为 $\pm 256\text{mV}$ 至 $\pm 6.144\text{V}$ ，能够以高分辨率测量大信号和小信号。该器件通过输入多路复用器 (MUX) 测量双路差分输入或四路单端输入。高精度温度传感器用于系统级温度监控或对热电偶进行冷结点补偿。

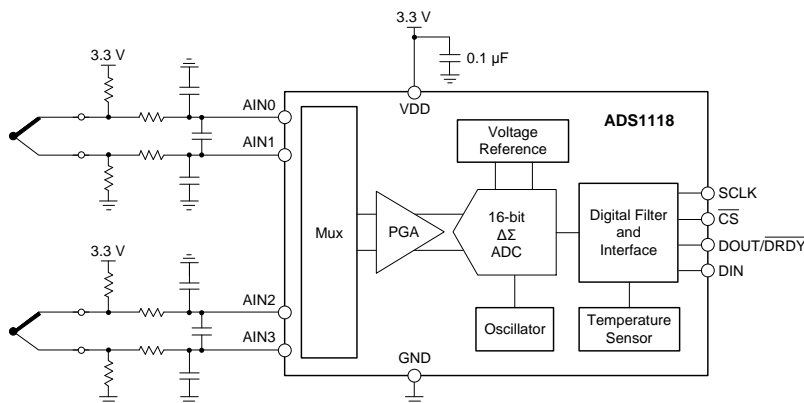
ADS1118 可选择以连续转换模式或单次模式运行。该器件在单次模式下完成一次转换后自动断电。在空闲状态下，单次模式会显著降低流耗。所有数据均通过串行外设接口 (SPI™) 进行传输。ADS1118 的额定工作温度范围为 -40°C 至 +125°C。

器件信息⁽¹⁾

器件型号	封装	封装尺寸（标称值）
ADS1118	X2QFN (10)	1.50mm x 2.00mm
	VSSOP (10)	3.00mm x 3.00mm

(1) 要了解所有可用封装，请见数据表末尾的可订购产品附录。

K 型热电偶测量 使用集成温度传感器进行冷结点补偿



目录

1	特性	1	9.3	特性描述	17
2	应用	1	9.4	器件功能模式	21
3	说明	1	9.5	编程	22
4	修订历史记录	2	9.6	寄存器映射	25
5	器件比较表	4	10	应用和实施	27
6	引脚配置和功能	4	10.1	应用信息	27
7	技术规格	5	10.2	典型应用	32
	7.1 绝对最大额定值	5	11	电源相关建议	35
	7.2 ESD 额定值	5		11.1 电源排序	35
	7.3 建议的工作条件	5		11.2 电源去耦	35
	7.4 热性能信息	5	12	布局布线	36
	7.5 电气特性	6		12.1 布局布线指南	36
	7.6 时序要求: 串行接口	8		12.2 布局示例	37
	7.7 开关特性: 串行接口	8	13	器件和文档支持	38
	7.8 典型特性	9		13.1 文档支持	38
8	参数测量信息	15		13.2 社区资源	38
	8.1 噪声性能	15		13.3 商标	38
9	详细说明	16		13.4 静电放电警告	38
	9.1 概要	16		13.5 术语表	38
	9.2 功能框图	16	14	机械、封装和可订购信息	38

4 修订历史记录

注: 之前版本的页码可能与当前版本有所不同。

Changes from Revision D (October 2013) to Revision E	Page
• 已添加 ESD 额定值表, 特性描述部分, 噪声性能部分, 器件功能模式部分, 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, 机械封装和可订购信息部分	1
• 已更改标题, 描述部分, 特性部分和首页框图	1
• 已将标题由产品系列更改为器件比较表并删除了封装标识符列	4
• 已更新描述并更改了引脚配置和功能表中的 I/O 列名称	4
• 已更改 数字输入电压范围, 并且添加 T_J 的最小规范值到绝对最大额定值表	5
• 已添加 差分输入阻抗规范至电气特性	6
• 已更改 时序要求: 串行接口中的条件说明	8
• 将 t_{CSDOD} 、 t_{DOPD} 和 t_{CSDOZ} 参数由时序要求移至开关特性	8
• 将 t_{CSDOD} 和 t_{CSDOZ} 值由 MIN 列移至 MAX 列。	8
• 已删除 噪声与输入信号的关系、噪声与电源电压的关系和噪声与输入信号的关系图	9
• 已更新概述部分并删除了功能框图中的“增益 = 2/3、1、2、4、8 或 16”	16
• 已更新模拟输入部分	18
• 已更新满量程范围 (FSR) 和 LSB 大小部分	19
• 已更新复位和上电部分	21
• 已更新 32 位数据传输周期部分	24
• 已更新寄存器映射部分	25
• 已更新应用信息部分	27
• 已更新图 48	30
• 已删除 具有冷端温度的热电偶测量部分并将图 50 移至典型应用部分	32

Changes from Revision C (February 2013) to Revision D
Page

• 已删除 器件图形.....	1
• 已更改 图 44 中的 bit 1 至 NOP0	25
• 已更改 图 44 中的 NOP 位说明：将 bit [2:0] 更改为 bit [2:1] 并将 NOP 更改为 NOP[1:0]	26

Changes from Revision B (August 2012) to Revision C
Page

• 更改后的文档符合最新标准.....	1
• 已更改 “低流耗”特性要点中的“单次模式”特性要点	1
• 已更改 “内部温度传感器”特性要点	1
• 已更改 描述部分.....	1
• 已更改 产品系列表	4
• 已更改 引脚说明表中的功能列名称.....	4
• 已更改 模拟输入，满量程输入电压范围参数行（位于电气特性表	5
• 已更改 电气特性表中的脚注 1 和 2.....	5
• 已更改 电气特性表的条件	6
• 已更改 电气特性表中的系统性能，积分非线性和增益误差测试条件	6
• 已更改 电气特性表中的前两个温度传感器，温度传感器精度参数测试条件	6
• 已更改 电源要求，电源电流参数测试条件（位于电气特性表中）	7
• 已更改 时序要求：串行接口时序表的脚注 3.....	8
• 已更新 图 3	9
• 已更新 图 9	9
• 已更改 图 11 至图 14 的标题	9
• 已更新图 15 和图 33	10
• 已更改 图 21 至图 25 中的条件	12
• 已添加 图 20	12
• 已更改 图 27 至图 31 中的注释	13
• 已更改 概述部分.....	16
• 已更新多路复用器部分.....	17
• 已更改 满量程输入部分	19
• 已更改 电压基准部分	19
• 已更改 振荡器部分	19
• 已添加 乘法点至由数字代码转换为温度部分中的示例等式.....	20
• 已更改 串行接口、片选、串行时钟、数据输入以及数据输出和数据就绪部分	22
• 已更改 获取数据部分	23
• 已更改 寄存器部分	25
• 已更改 混叠，复位和上电，工作模式和低功耗状态的占空比部分	27
• 已更新 图 50	32

Changes from Revision A (July 2011) to Revision B
Page

• 已添加 (VSSOP) 至图 20 至图 25 的标题.....	12
• 已添加 图 26 至图 31	13

ADS1118

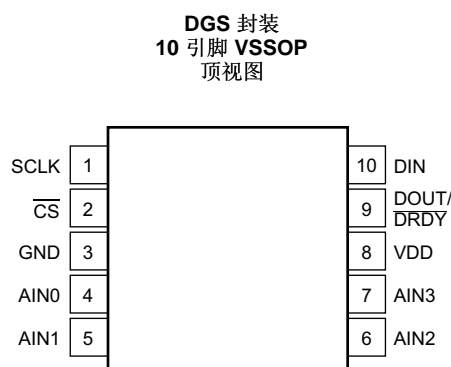
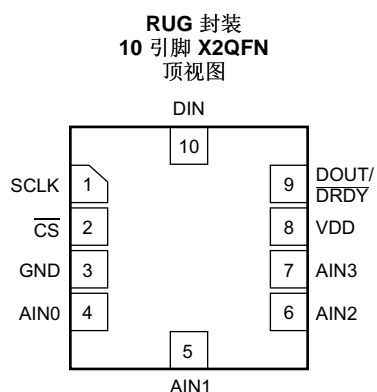
ZHCSEE1E –OCTOBER 2010–REVISED OCTOBER 2015

www.ti.com.cn

5 器件比较表

器件	分辨率 (位)	最高采样率 (SPS)	输入通道 差分 (单端)	PGA	接口	特殊特性
ADS1118	16	860	2 (4)	有	串行外设接口 (SPI)	温度传感器
ADS1018	12	3300	2 (4)	有	SPI	温度传感器
ADS1115	16	860	2 (4)	有	I ² C	比较器
ADS1114	16	860	1 (1)	有	I ² C	比较器
ADS1113	16	860	1 (1)	无	I ² C	无
ADS1015	12	3300	2 (4)	有	I ² C	比较器
ADS1014	12	3300	1 (1)	有	I ² C	比较器
ADS1013	12	3300	1 (1)	无	I ² C	无

6 引脚配置和功能



引脚功能

引脚		类型	说明
编号	名称		
1	SCLK	数字输入	串行时钟输入
2	$\overline{\text{CS}}$	数字输入	片选：低电平有效。如果不使用该引脚，则接 GND 引脚。
3	GND	电源	接地
4	AIN0	模拟输入	模拟输入 0。如果不使用该引脚，则保持断开状态或与 VDD 相连。
5	AIN1	模拟输入	模拟输入 1。如果不使用该引脚，则保持断开状态或与 VDD 相连。
6	AIN2	模拟输入	模拟输入 2。如果不使用该引脚，则保持断开状态或与 VDD 相连。
7	AIN3	模拟输入	模拟输入 3。如果不使用该引脚，则保持断开状态或与 VDD 相连。
8	VDD	电源	电源。将一个 100nF 电源去耦电容与 GND 相连。
9	DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$	数字输出	与数据就绪相结合的串行数据输出：低电平有效
10	DIN	数字输入	串行数据输入

7 技术规格

7.1 绝对最大额定值

在工作环境温度范围内（除非另外注明）⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
电源电压	VDD 至 GND	-0.3	5.5	V
模拟输入电压	AIN0、AIN1、AIN2、AIN3	GND – 0.3	VDD + 0.3	V
数字输入电压	DIN、DOUT/DRDY、SCLK、CS	GND – 0.3	VDD + 0.3	V
输入电流, 连续	除电源引脚外的全部引脚	-10	10	mA
温度	结温, T _J	-40	150	°C
	储存, T _{stg}	-60	150	

(1) 超出绝对最大额定值下列出的应力值可能会对器件造成永久损坏。这些仅为在应力额定值下的工作情况，对于额定值下的器件的功能性操作以及在超出推荐的操作条件下的任何其它操作，在此并未说明。在绝对最大额定值条件下长时间运行会影响器件可靠性。

7.2 ESD 额定值

		值	单位
V _(ESD) 静电放电	人体放电模式 (HBM), 符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 ⁽¹⁾	±4000	V
	充电器件模式 (CDM), 符合 JEDEC 规范 JESD22-C101 ⁽²⁾	±1000	

(1) JEDEC 文档 JEP155 规定：500V HBM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

(2) JEDEC 文档 JEP157 规定：250V CDM 能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

7.3 建议的工作条件

在工作环境温度范围内（除非另外注明）

		最小值	标称值	最大值	单位
电源					
VDD 电源	VDD 至 GND	2		5.5	V
模拟输入 ⁽¹⁾					
FSR 满量程输入电压范围 ⁽²⁾ 中)	V _{IN} = V _(AINP) - V _(AINN)	请参见表 3			
V _(AINx) 绝对输入电压		GND		VDD	V
数字输入					
输入电压		GND		VDD	V
温度范围					
T _A 工作环境温度		-40		125	°C

(1) AINP 和 AINN 表示选择的正负输入。AINx 表示提供的四个模拟输入之一。

(2) 该参数表示 ADC 调节的满量程范围。针对此器件施加的电压不得超过 VDD + 0.3V 或 5.5V（二者中较小的电压）。

7.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		ADS1118		单位
		DGS (VSSOP)	RUG (X2QFN)	
		10 引脚	10 引脚	
R _{θJA}	结至环境热阻	186.8	245.2	°C/W
R _{θJC(top)}	结至外壳（顶部）热阻	51.5	69.3	°C/W
R _{θJB}	结至电路板热阻	108.4	172	°C/W
ψ _{JT}	管结至顶部的特征参数	2.7	8.2	°C/W
ψ _{JB}	管结至电路板的特征参数	106.5	170.8	°C/W
R _{θJC(bot)}	结至外壳（底部）热阻	无	无	°C/W

(1) 有关传统和新热指标的更多信息，请参见《半导体和 IC 封装热指标》应用报告，SPRA953。

7.5 电气特性

最大规范值和最小规范值适用于 $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。典型规范值在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 下测定。
所有规范值均在 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、数据传输速率 = 8 SPS、满量程范围 (FSR) = $\pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得（除非另外注明）。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入						
共模输入阻抗	FSR = $\pm 6.144\text{V}^{(1)}$		8			M Ω
	FSR = $\pm 4.096\text{V}^{(1)}$, FSR = $\pm 2.048\text{V}$		6			
	FSR = $\pm 1.024\text{V}$		3			
	FSR = $\pm 0.512\text{V}$, FSR = $\pm 0.256\text{V}$		100			
差分输入阻抗	FSR = $\pm 6.144\text{V}^{(1)}$		22			M Ω
	FSR = $\pm 4.096\text{V}^{(1)}$		15			
	FSR = $\pm 2.048\text{V}$		4.9			
	FSR = $\pm 1.024\text{V}$		2.4			
	FSR = $\pm 0.512\text{V}$, FSR = $\pm 0.256\text{V}$		710			k Ω
系统性能						
分辨率（无代码丢失）			16			位
DR	数据传输速率		8、16、32、64、128、250、475、860			SPS
	数据传输速率变化	全部数据传输速率	-10%		10%	
	输出噪声		请参见 噪声性能 部分			
INL	积分非线性	DR = 8SPS, FSR = $\pm 2.048\text{V}^{(2)}$			1	最低有效位 (LSB)
偏移误差	FSR = $\pm 2.048\text{V}$, 差分输入		± 0.1		± 2	LSB
	FSR = $\pm 2.048\text{V}$, 单端输入		± 0.25			
偏移漂移	FSR = $\pm 2.048\text{V}$		0.002			LSB/ $^{\circ}\text{C}$
偏移电源抑制	FSR = $\pm 2.048\text{V}$, 直流电源变化		0.2			LSB/V
偏移通道匹配	在任意两输入间匹配		0.6			LSB
增益误差 ⁽³⁾	FSR = $\pm 2.048\text{V}$, T _A = 25 $^{\circ}\text{C}$		0.01%		0.15%	
增益漂移 ⁽³⁾⁽⁴⁾	FSR = $\pm 0.256\text{V}$		7			ppm/ $^{\circ}\text{C}$
	FSR = $\pm 2.048\text{V}$		5		40	
	FSR = $\pm 6.144\text{V}^{(1)}$		5			
增益电源抑制			10			ppm/V
增益匹配 ⁽³⁾	在任意两增益间匹配		0.01%		0.1%	
增益通道匹配	在任意两输入间匹配		0.01%		0.1%	
CMRR 共模抑制比	直流条件下的 FSR = $\pm 0.256\text{V}$		105			dB
	直流条件下的 FSR = $\pm 2.048\text{V}$		100			
	直流条件下的 FSR = $\pm 6.144\text{V}^{(1)}$		90			
	f _{CM} = 50Hz, DR = 860SPS		105			
	f _{CM} = 60Hz, DR = 860SPS		105			
温度传感器						
温度范围			-40		125	$^{\circ}\text{C}$
温度分辨率				0.03125		$^{\circ}\text{C}/\text{LSB}$
精度	T _A = 0 $^{\circ}\text{C}$ 至 70 $^{\circ}\text{C}$		0.2		± 0.5	$^{\circ}\text{C}$
	T _A = -40 $^{\circ}\text{C}$ 至 +125 $^{\circ}\text{C}$		0.4		± 1	
	对电源电压的敏感度			0.03125		± 0.25

(1) 该参数表示 ADC 调节的满量程范围。针对此器件施加的电压不得超过 $V_{DD} + 0.3\text{V}$ 或 5.5V （二者中较小的电压）。

(2) 最佳适配 INL；覆盖满量程范围的 99%。

(3) 包含所有板载 PGA 和电压基准产生的误差。

(4) 最大值由特性决定。

电气特性 (接下页)

最大规范值和最小规范值适用于 $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 的温度范围。典型规范值在 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 下测定。
所有规范值均在 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、数据传输速率 = 8 SPS、满量程范围 (FSR) = $\pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得（除非另外注明）。

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
数字输入/输出					
V_{IH} 高电平输入电压		0.7 VDD		VDD	V
V_{IL} 低电平输入电压		GND		0.2 VDD	V
V_{OH} 高电平输出电压	$I_{OH} = 1\text{mA}$	0.8 VDD			V
V_{OL} 低电平输出电压	$I_{OL} = 1\text{mA}$	GND		0.2 VDD	V
I_H 输入漏电流, 高电平	$V_{IH} = 5.5\text{V}$	-10		10	μA
I_L 输入漏电流, 低电平	$V_{IL} = \text{GND}$	-10		10	μA
电源					
I_{VDD} 电源电流	断电, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		0.5	2	μA
	断电			5	
	运行, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		150	200	
	运行			300	
P_D 功耗	$V_{DD} = 5\text{V}$		0.9		mW
	$V_{DD} = 3.3\text{V}$		0.5		
	$V_{DD} = 2\text{V}$		0.3		

7.6 时序要求：串行接口

在工作环境温度范围内且 $V_{DD} = 2V$ 至 $5.5V$ （除非另外注明）

		最小值	最大值	单位
t_{CSSC}	延迟时间, \overline{CS} 下降沿至第一个 SCLK 上升沿 ⁽¹⁾	100		ns
t_{SCCS}	延迟时间, 最后一个 SCLK 下降沿至 \overline{CS} 上升沿	100		ns
t_{CSH}	脉冲持续时间, \overline{CS} 为高电平	200		ns
t_{SCLK}	SCLK 周期	250		ns
t_{SPWH}	脉冲持续时间, SCLK 为高电平	100		ns
t_{SPWL}	脉冲持续时间, SCLK 为低电平 ⁽²⁾	100		ns
			28	ms
t_{DIST}	建立时间, DIN 在 SCLK 下降沿前有效	50		ns
t_{DIHD}	保持时间, DIN 在 SCLK 下降沿后有效	50		ns
t_{DOHD}	保持时间, SCLK 上升沿至 DOUT 无效	0		ns

(1) 不与其他器件共享总线时, \overline{CS} 可永久连接低电平。

(2) SCLK 保持低电平 28ms 以上将复位 SPI 接口。

7.7 开关特性：串行接口

在工作环境温度范围内（除非另外注明）

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{CSDOD}	传播延迟时间, \overline{CS} 下降沿至 DOUT 驱动			100	ns
t_{DOPD}	传播延迟时间, SCLK 上升沿至有效的新的 DOUT	0		50	ns
t_{CSDOZ}	传播延迟时间, \overline{CS} 上升沿至 DOUT 高阻抗			100	ns

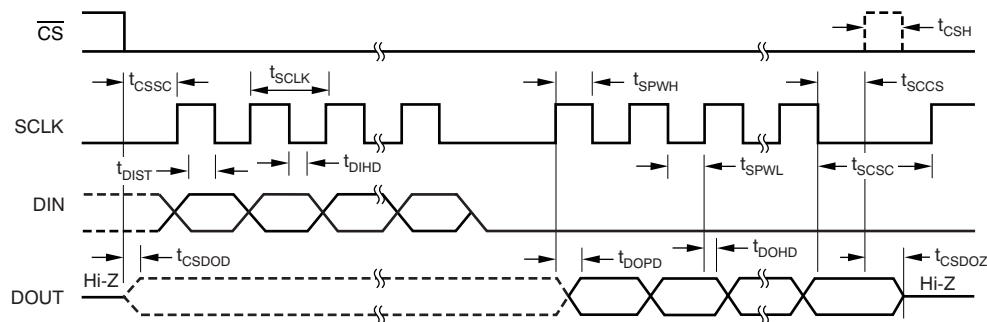


图 1. 串行接口时序

7.8 典型特性

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{FSR} = \pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得（除非另外注明）。

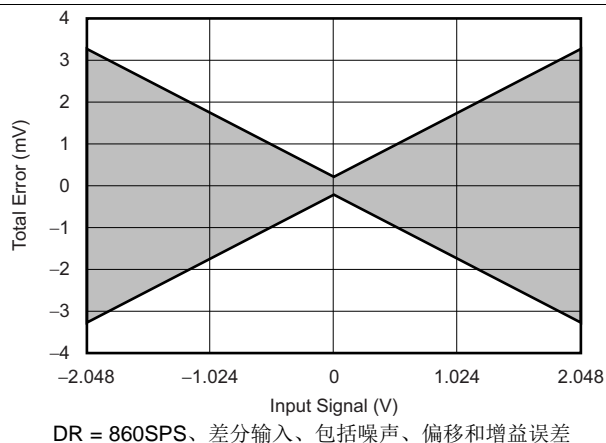


图 2. 总误差与输入信号间的关系

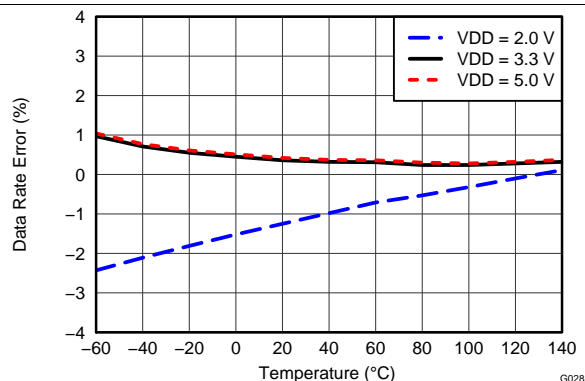


图 3. 数据传输速率与温度间的关系

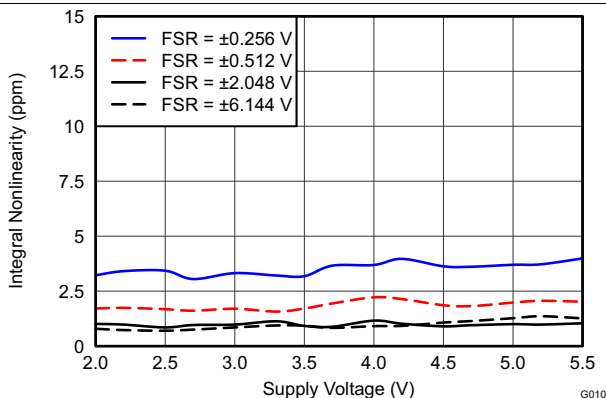


图 4. INL 与电源电压间的关系

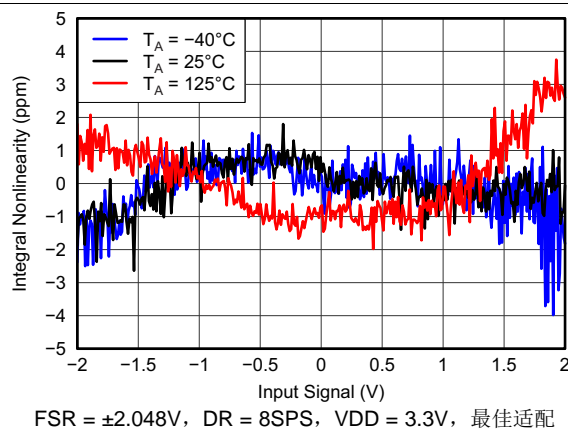


图 5. INL 与输入信号间的关系

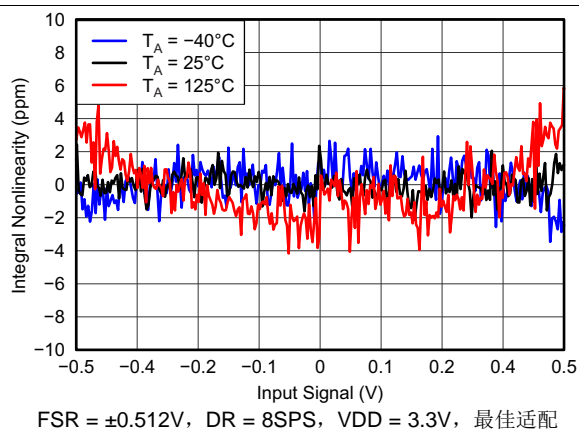


图 6. INL 与输入信号间的关系

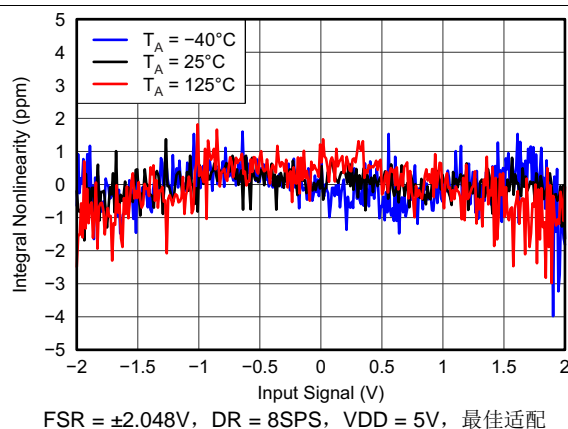


图 7. INL 与输入信号间的关系

典型特性 (接下页)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{FSR} = \pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得（除非另外注明）。

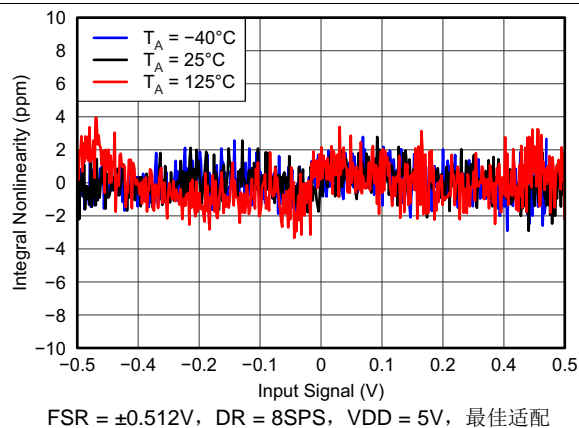


图 8. INL 与输入信号间的关系

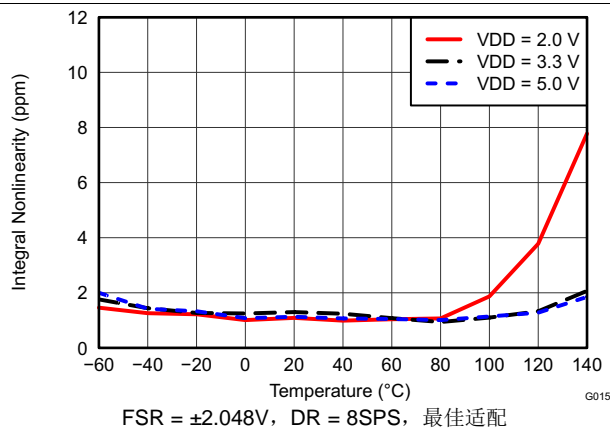


图 9. INL 与温度间的关系

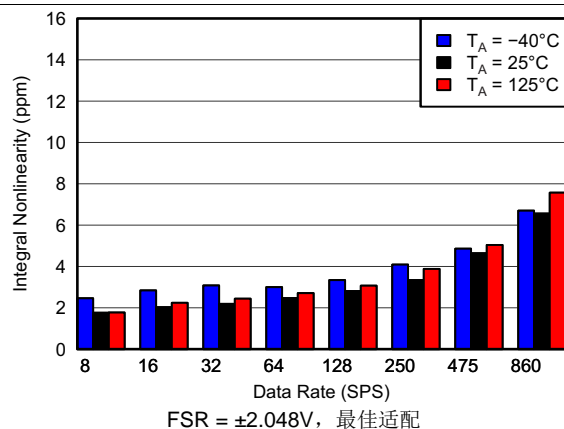


图 10. INL 与数据传输速率间的关系

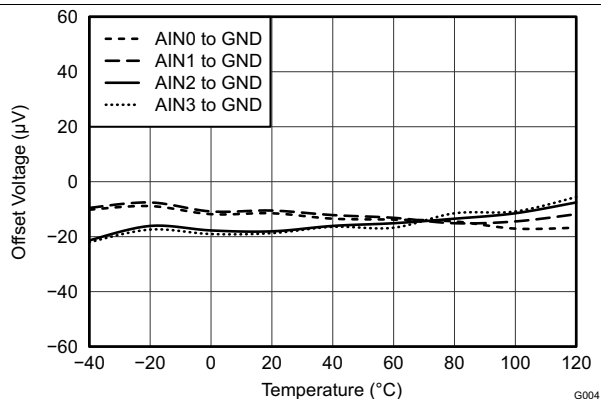


图 11. 单端偏移电压与温度间的关系

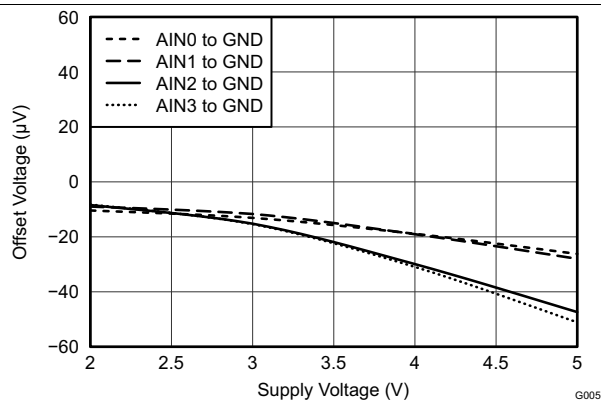


图 12. 单端偏移电压与电源电压间的关系

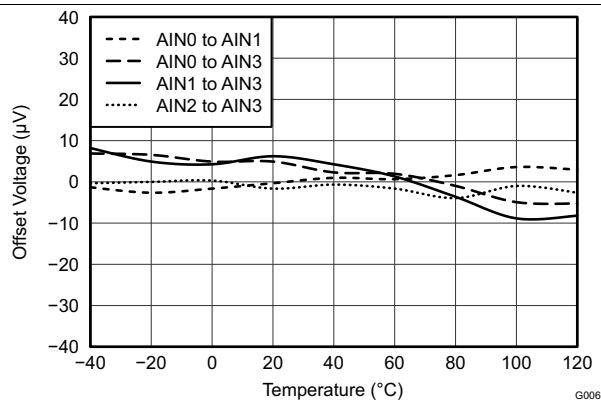


图 13. 差分偏移电压与温度间的关系

典型特性 (接下页)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{FSR} = \pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得 (除非另外注明)。

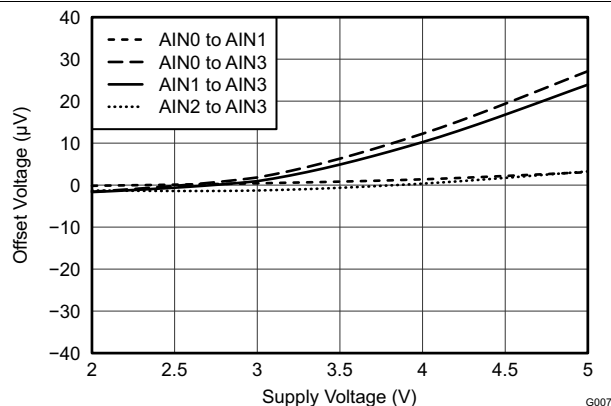
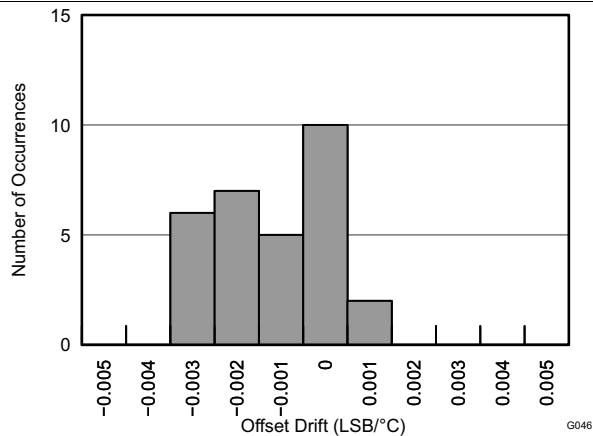
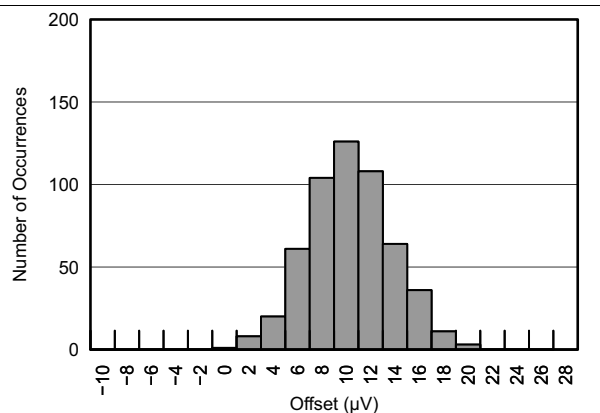


图 14. 差分偏移电压与电源电压间的关系



$\text{FSR} = \pm 2.048\text{V}$, $T_A = -40^\circ\text{C}$ 至 $+125^\circ\text{C}$, 多路复用器 (MUX) = AIN0 至 AIN3,
在 3 个量产批次中测得 540 组数据

图 15. 偏移漂移直方图



$\text{FSR} = \pm 2.048\text{V}$,
在 3 个量产批次中测得 540 组数据

图 16. 偏移直方图

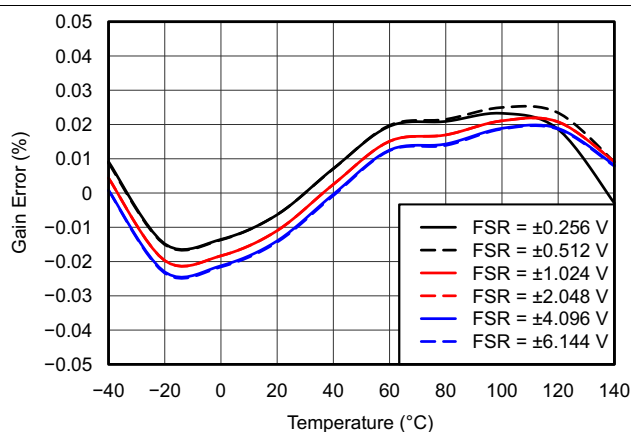


图 17. 增益误差与温度间的关系

典型特性 (接下页)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $FSR = \pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得 (除非另外注明)。

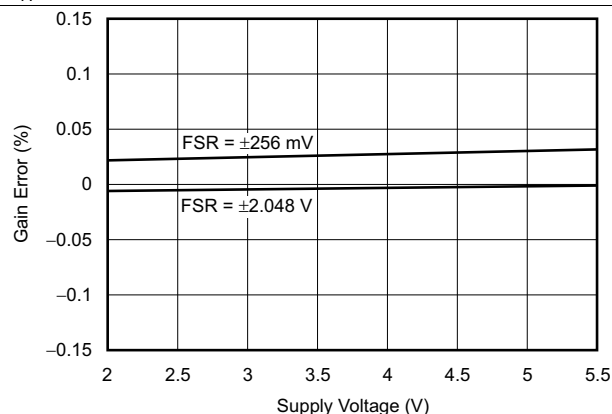


图 18. 增益误差与电源电压间的关系

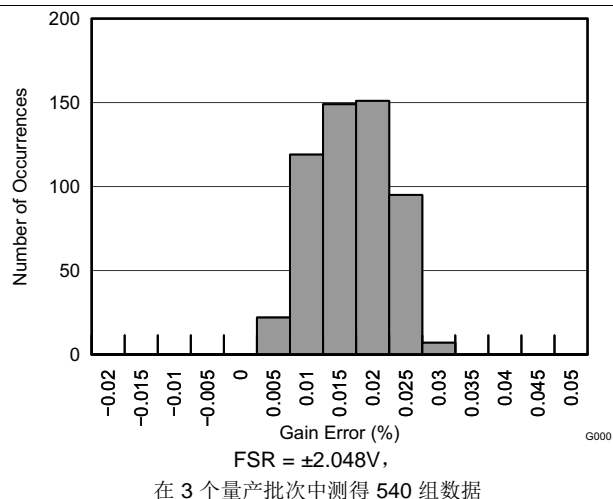


图 19. 增益误差直方图

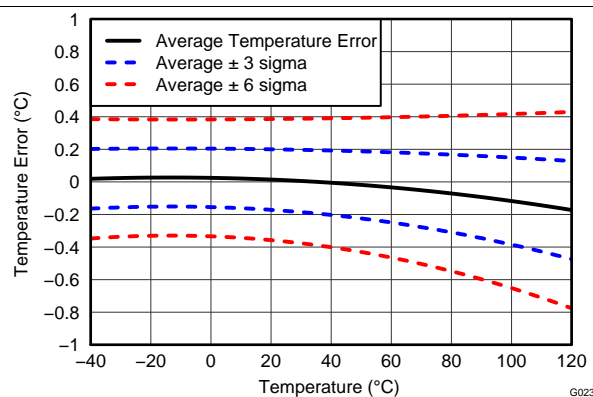


图 20. 温度传感器误差与温度间的关系 (VSSOP)

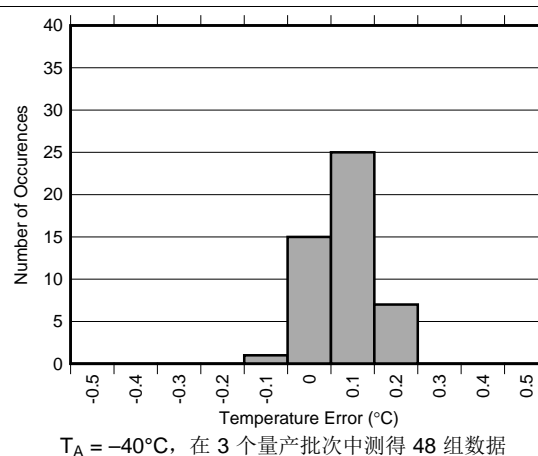


图 21. 温度传感器误差直方图 (VSSOP)

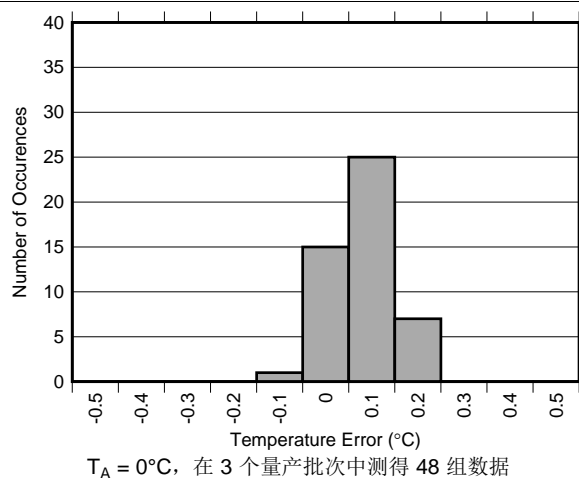


图 22. 温度传感器误差直方图 (VSSOP)

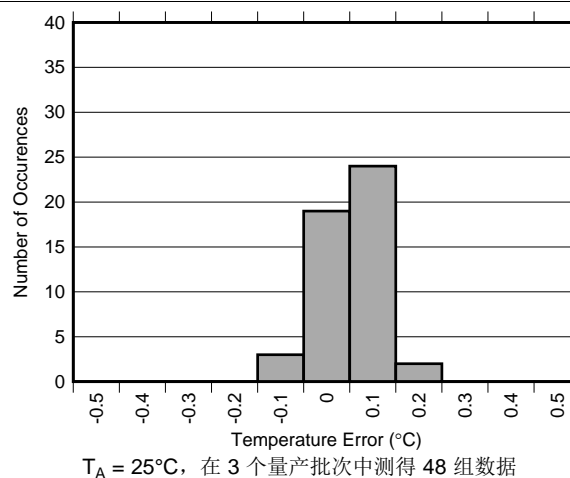
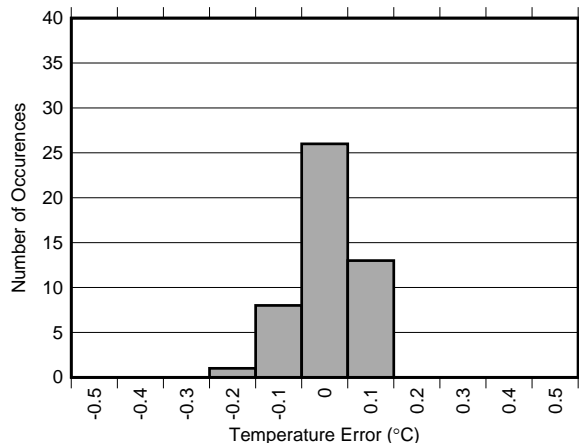


图 23. 温度传感器误差直方图 (VSSOP)

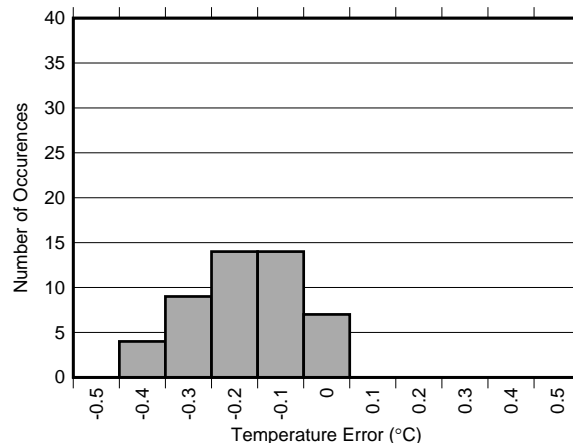
典型特性 (接下页)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{FSR} = \pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得 (除非另外注明)。



$T_A = 70^\circ\text{C}$, 在 3 个量产批次中测得 48 组数据

图 24. 温度传感器误差直方图 (VSSOP)



$T_A = 125^\circ\text{C}$, 在 3 个量产批次中测得 48 组数据

图 25. 温度传感器误差直方图 (VSSOP)

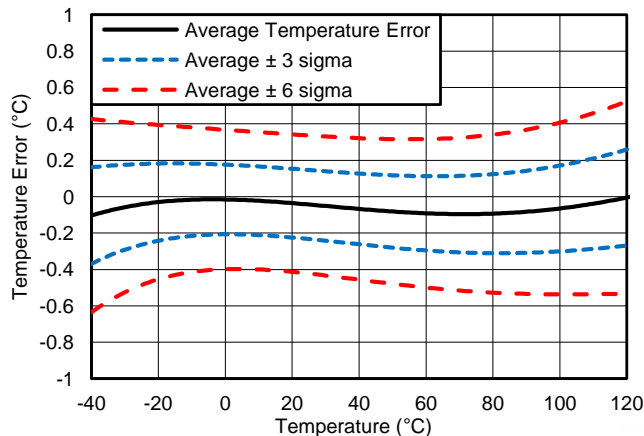
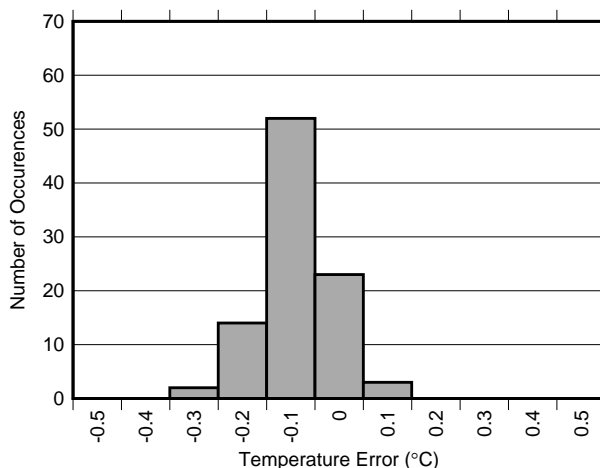
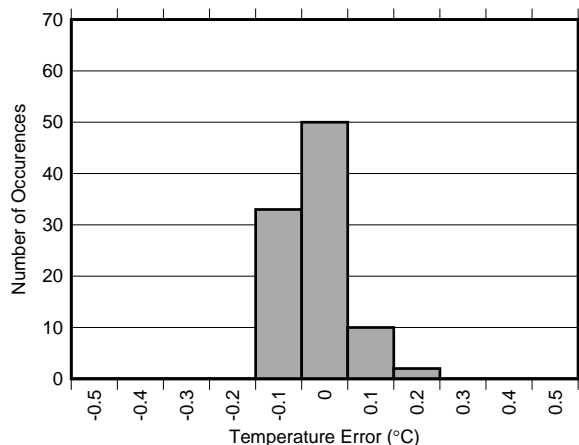


图 26. 温度传感器误差与温度间的关系 (X2QFN)



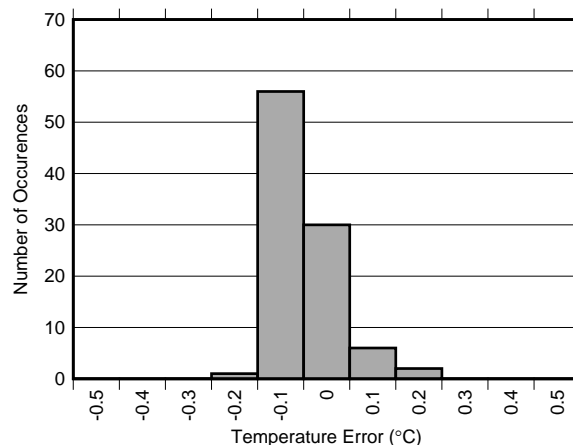
$T_A = -40^\circ\text{C}$, 在量产过程中测得 94 组数据

图 27. 温度传感器误差直方图 (X2QFN)



$T_A = 0^\circ\text{C}$, 在量产过程中测得 94 组数据

图 28. 温度传感器误差直方图 (X2QFN)

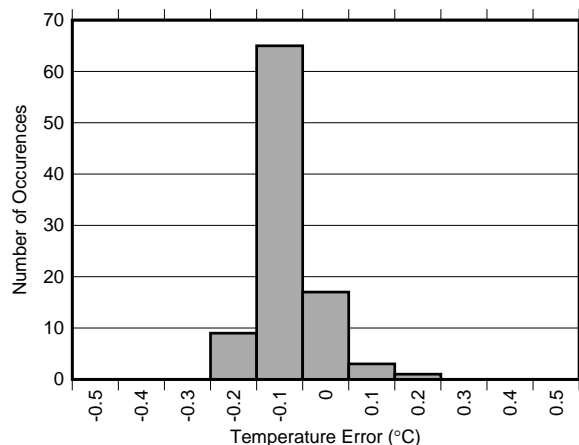


$T_A = 25^\circ\text{C}$, 在量产过程中测得 94 组数据

图 29. 温度传感器误差直方图 (X2QFN)

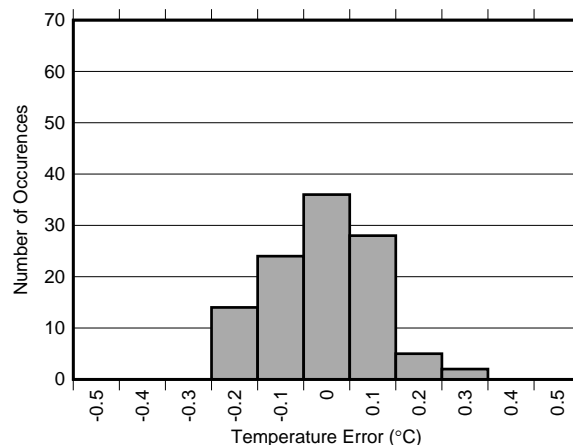
典型特性 (接下页)

在 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$ 、 $\text{FSR} = \pm 2.048\text{V}$ 的情况下测得（除非另外注明）。



$T_A = 70^\circ\text{C}$ ，在量产过程中测得 94 组数据

图 30. 温度传感器误差直方图 (X2QFN)



$T_A = 125^\circ\text{C}$ ，在量产过程中测得 94 组数据

图 31. 温度传感器误差直方图 (X2QFN)

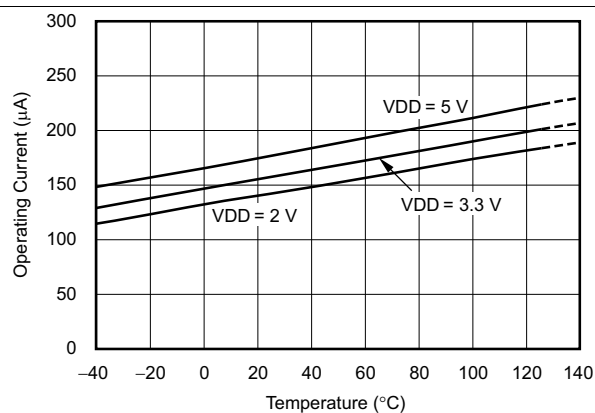


图 32. 工作电流与温度间的关系

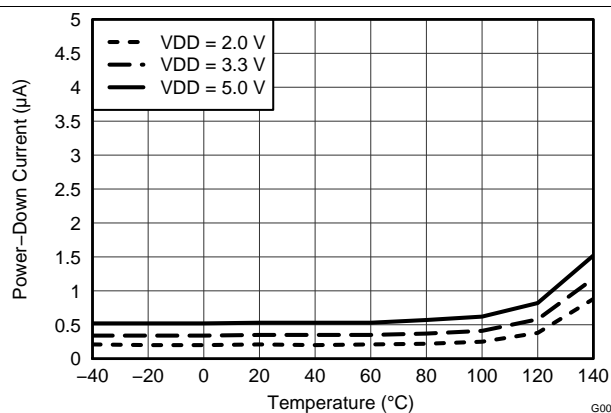


图 33. 断电电流与温度间的关系

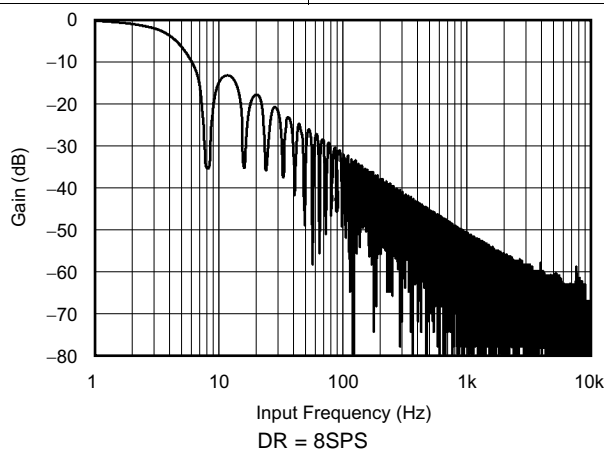


图 34. 数字滤波器频率响应

8 参数测量信息

8.1 噪声性能

$\Delta\Sigma$ ($\Delta\Sigma$) 模数转换器 (ADC) 基于过采样原则。 $\Delta\Sigma$ ADC 的输入信号在高频下 (调制器频率) 进行采样, 随后在数字域中进行滤波和抽取, 从而在相应输出数据传输速率下生成转换结果。调制器频率与输出数据传输速率的比值称为过采样率 (OSR)。通过增加 OSR 并降低输出数据传输速率, ADC 的噪声性能可以被优化。即当输出数据传输速率下降时, 获取一个转换结果需要对内部调制器的更多样本求取平均值, 因此输入参考噪声下降。增大增益同样能够降低输入参考噪声, 这在测量低幅度信号时非常有效。

表 1 和表 2 总结了器件的噪声性能。这些数据代表 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 且输入在外部短接在一起时的典型噪声性能。表 1 给出了相应条件下的输入参考噪声 (以 μV_{RMS} 为单位)。请注意, μV_{PP} 的值在括号中显示。表 2 给出了根据 μV_{RMS} 计算得到的对应数据有效位数 (ENOB), 该计算过程通过公式 1 完成。借助公式 2, 根据噪声峰峰值计算得出的无噪声位在括号中显示。

$$\text{ENOB} = \ln(\text{FSR} / V_{\text{RMS-Noise}}) / \ln(2) \quad (1)$$

$$\text{无噪声位} = \ln(\text{FSR} / V_{\text{PP-Noise}}) / \ln(2) \quad (2)$$

表 1. VDD = 3.3V 时的噪声 (以 μV_{RMS} (μV_{PP}) 为单位)

数据传输速率 (SPS)	FSR (满量程范围)					
	$\pm 6.144\text{V}$	$\pm 4.096\text{V}$	$\pm 2.048\text{V}$	$\pm 1.024\text{V}$	$\pm 0.512\text{V}$	$\pm 0.256\text{V}$
8	187.5 (187.5)	125 (125)	62.5 (62.5)	31.25 (31.25)	15.62 (15.62)	7.81 (7.81)
16	187.5 (187.5)	125 (125)	62.5 (62.5)	31.25 (31.25)	15.62 (15.62)	7.81 (7.81)
32	187.5 (187.5)	125 (125)	62.5 (62.5)	31.25 (31.25)	15.62 (15.62)	7.81 (7.81)
64	187.5 (187.5)	125 (125)	62.5 (62.5)	31.25 (31.25)	15.62 (15.62)	7.81 (7.81)
128	187.5 (187.5)	125 (125)	62.5 (62.5)	31.25 (31.25)	15.62 (15.62)	7.81 (12.35)
250	187.5 (252.09)	125 (148.28)	62.5 (84.03)	31.25 (39.54)	15.62 (16.06)	7.81 (18.53)
475	187.5 (266.92)	125 (227.38)	62.5 (79.08)	31.25 (56.84)	15.62 (32.13)	7.81 (25.95)
860	187.5 (430.06)	125 (266.93)	62.5 (118.63)	31.25 (64.26)	15.62 (40.78)	7.81 (35.83)

表 2. VDD = 3.3V 时, 根据均方根 (RMS) 噪声计算出的 ENOB (根据噪声峰峰值计算出的无噪声位)

数据传输速率 (SPS)	FSR (满量程范围)					
	$\pm 6.144\text{V}$	$\pm 4.096\text{V}$	$\pm 2.048\text{V}$	$\pm 1.024\text{V}$	$\pm 0.512\text{V}$	$\pm 0.256\text{V}$
8	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)
16	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)
32	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)
64	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)
128	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (16)	16 (15.33)
250	16 (15.57)	16 (15.75)	16 (15.57)	16 (15.66)	16 (15.96)	16 (14.75)
475	16 (15.49)	16 (15.13)	16 (15.66)	16 (15.13)	16 (14.95)	16 (14.26)
860	16 (14.8)	16 (14.9)	16 (15.07)	16 (14.95)	16 (14.61)	16 (13.8)

9 详细说明

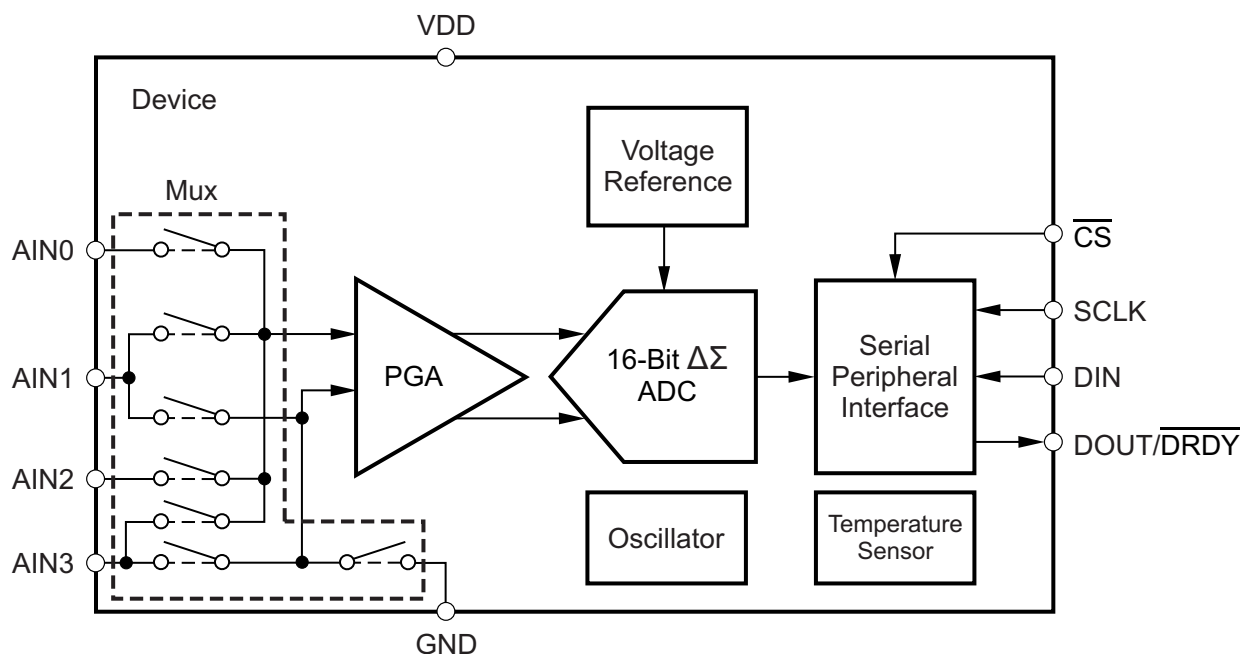
9.1 概要

ADS1118 是一款超小型、低功耗、16 位、 Δ - Σ ($\Delta\Sigma$) 模数转换器 (ADC)。ADS1118 由一个增益可调节的 $\Delta\Sigma$ ADC 内核、一个内部电压基准、一个时钟振荡器以及一个 SPI 组成。该器件还是一款线性度较高的精确温度传感器。这些特性旨在降低对于外部电路的需求并提高性能。功能框图所示为 ADS1118 功能框图。

ADS1118 ADC 内核能够测量差分信号 V_{IN} ，即 $V_{(AINP)}$ 与 $V_{(AINN)}$ 之间的电势差。转换器内核由一个差分开关电容 $\Delta\Sigma$ 调制器及其后的数字滤波器组成。此架构可使所有共模信号产生较大衰减。输入信号与内部电压基准进行比较。数字滤波器接收调制器传输的高速位流，输出与输入电压成正比的代码。

ADS1118 提供两种转换模式：单次和连续转换模式。在单次模式下，ADC 根据要求对输入信号执行单次转换，而后再将转换值存入内部转换寄存器。器件随后进入断电状态。对于仅需定期转换或在两次转换之间长时间处于空闲状态的系统，采用该模式可显著节约能耗。在连续转换模式下，ADC 在前一次转换结束后立即对输入信号进行自动转换。连续转换速率等于通过编程设定的数据传输速率。数据可以随时读取并且始终反映最近完成的转换。

9.2 功能框图



9.3 特性描述

9.3.1 多路复用器

ADS1118 具备一个输入多路复用器 (mux)，如图 35 所示。四路单端或双路差分信号均可通过其进行测量。此外，以 AIN3 为基准，可以对 AIN0, AIN1, AIN2 进行差分测量。多路复用器通过配置寄存器中的 MUX[2:0] 位进行配置。当测量单端信号时，ADC 的负输入通过多路复用器中的开关在内部与 GND 相连。

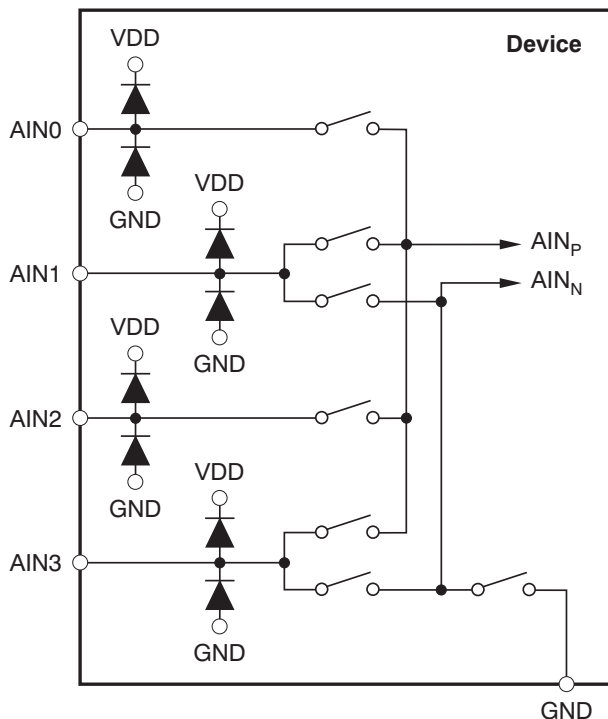


图 35. 输入多路复用器

当测量单端输入时，该器件不会输出负代码。负代码表示负差分信号，即 $(V_{(AINP)} - V_{(AINN)}) < 0$ 。与 VDD 和 GND 相连的静电放电 (ESD) 二极管保护 ADS1118 输入。为了防止 ESD 二极管导通，所有输入的绝对电压必须处于公式 3 给定的范围内。

$$GND - 0.3V < V_{(AINx)} < VDD + 0.3V \quad (3)$$

如果输入引脚的电压可能超出这些条件的限制，则使用外部肖特基二极管和串联电阻将输入电流限制为安全值（请参见绝对最大额定值表）。

另外，对 ADS1118 中未使用的输入进行过驱动可能影响其他引脚上当前正在进行的转换。如果可能对未使用的输入进行过驱动，则使用外部肖特基二极管对信号进行钳位。

特性描述 (接下页)

9.3.2 模拟输入

ADS1118 采用开关电容输入级，通过对电容持续进行充电和放电测量 A_{INP} 和 A_{INN} 之间的电压。此输入信号的采样频率称为采样频率或调制器频率 ($f_{(MOD)}$)。ADS1118 具有一个频率为 1MHz 的内部振荡器。对此频率进一步进行四分频可生成 250kHz 的调制器频率。此输入级使用的电容较小，外部电路的平均负载呈阻性。该结构如图 36 所示。电阻值由电容值和开关频率决定。图 37 给出了图 36 所示的开关设置。在采样阶段，开关 S_1 闭合。在这种情况下， C_{A1} 的电压在充电后变为 $V_{(A_{INP})}$ 、 C_{A2} 的电压在充电后变为 $V_{(A_{INN})}$ 、 C_B 的电压在充电后变为 $(V_{(A_{INP})} - V_{(A_{INN})})$ 。在放电阶段， S_1 首先断开，之后 S_2 闭合。此后， C_{A1} 和 C_{A2} 的电压在放电后降至约 0.7V，而 C_B 的电压在放电后降至 0V。对于驱动 ADS1118 模拟输入电源，该充电过程在其中消耗的静态电流极小。该电流的平均值可用于计算有效阻抗 (Z_{eff})，其中 $Z_{eff} = V_{IN} / I_{AVERAGE}$ 。

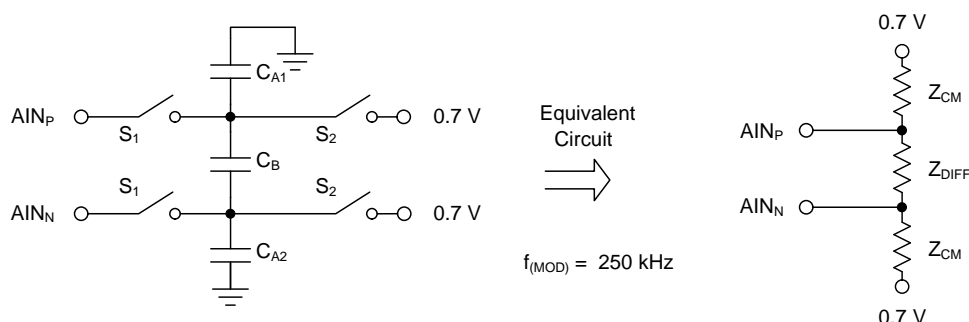


图 36. 简化的模拟输入电路

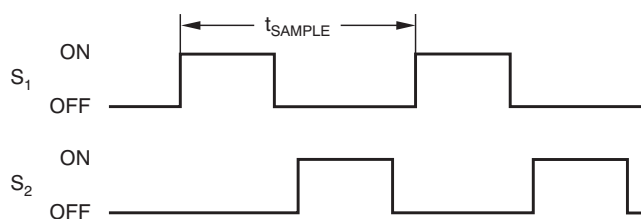


图 37. S_1 和 S_2 的开关时序

通过将共模信号施加到短接的 A_{INP} 和 A_{INN} 输入并测量各引脚的平均流耗，可计算共模输入阻抗。共模输入阻抗根据满量程范围发生变化，在默认满量程范围内约为 6MΩ。图 36 中的共模输入阻抗为 Z_{CM} 。

通过将差分信号施加到 A_{INP} 和 A_{INN} 输入，其中一个输入保持为 0.7V，可测量差分输入阻抗。流经连接 0.7V 电压的引脚的电流为差分电流，该电流随满量程范围进行调节。图 36 中的差分输入阻抗为 Z_{DIFF} 。

确保考虑输入阻抗的典型值。除非输入源的阻抗较低，否则 ADS1118 输入阻抗可能影响测量精度。对于输出阻抗较高的电源，有必要进行缓冲。有源缓冲器会在引入噪声的同时引入偏移和增益误差。高精度应用需要密切关注上述因素。

时钟振荡器频率随温度变化会产生轻微漂移。因此，输入阻抗也会发生漂移。对于多数应用而言，该输入阻抗漂移可以忽略不计。

特性描述 (接下页)

9.3.3 满量程范围 (FSR) 和最低有效位 (LSB) 大小

ADS1118 $\Delta\Sigma$ 内核前实现了一个可编程增益放大器 (PGA)。满量程范围由配置寄存器中的三位 (PGA[2:0]) 进行配置, 可以分别设置为 $\pm 6.144\text{V}$ 、 $\pm 4.096\text{V}$ 、 $\pm 2.048\text{V}$ 、 $\pm 1.024\text{V}$ 、 $\pm 0.512\text{V}$ 、 $\pm 0.256\text{V}$ 。表 3 给出了 FSR 和相应 LSB 的大小。借助公式 4 中给出的公式, 可根据满量程电压计算 LSB 大小。然而, 模拟输入电压不得超过电气特性中给出的模拟输入电压限值。如果使用的 VDD 的电源电压大于 4V , $\pm 6.144\text{V}$ 满量程范围可将输入电压扩展至电源电压。注意, 即使在这种情况下, 或电源电压小于满量程范围 (例如, $\text{VDD} = 3.3\text{V}$, 满量程范围 = $\pm 4.096\text{V}$) 时, 不能得到满量程 ADC 输出编码。这意味着一些动态范围丢失。

$$\text{LSB} = \text{FSR} / 2^{16} \quad (4)$$

表 3. 满量程范围和相应 LSB 的大小

FSR	LSB 大小
$\pm 6.144\text{V}^{(1)}$	$187.5\mu\text{V}$
$\pm 4.096\text{V}^{(1)}$	$125\mu\text{V}$
$\pm 2.048\text{V}$	$62.5\mu\text{V}$
$\pm 1.024\text{V}$	$31.25\mu\text{V}$
$\pm 0.512\text{V}$	$15.625\mu\text{V}$
$\pm 0.256\text{V}$	$7.8125\mu\text{V}$

(1) 该参数表示 ADC 调节的满量程范围。针对此器件施加的电压不得超过 $\text{VDD} + 0.3\text{V}$ 。

9.3.4 电压基准

ADS1118 具有集成的电压基准。此器件不使用外部基准。增益误差和电气特性中的增益漂移规范包含与初始电压基准精度相关的误差和伴随温度的基准漂移。

9.3.5 振荡器

ADS1118 具有一个运行在 1MHz 频率的集成振荡器。操作此器件不需要外部时钟。要注意内部振荡器随温度和时间漂移。输出数据速率随振荡器频率成比例缩放。

9.3.6 温度传感器

ADS1118 具有一个集成的高精度温度传感器。通过在配置寄存器中设置位 **TS_MODE = 1** 启用温度传感器模式。温度数据以 14 位结果呈现，与 16 位转换结果左对齐。数据从最高有效字节 (MSB) 开始输出。当读取这两个数据字节，前 14 位用来指定温度测量结果。一个 14 位 LSB 等于 0.03125°C。负数以二进制补码形式表示，如表 4 所示。

表 4. 14 位温度数据格式

温度 (°C)	数字输出 (二进制)	十六进制
128	01 0000 0000 0000	1000
127.96875	00 1111 1111 1111	0FFF
100	00 1100 1000 0000	0C80
75	00 1001 0110 0000	0960
50	00 0110 0100 0000	0640
25	00 0011 0010 0000	0320
0.25	00 0000 0000 1000	0008
0.03125	00 0000 0000 0001	0001
0	00 0000 0000 0000	0000
-0.25	11 1111 1111 1000	3FF8
-25	11 1100 1110 0000	3CE0
-40	11 1011 0000 0000	3B00

9.3.6.1 由温度转换为数字代码

对于正温度：

对正数不执行补码操作。因此，只需将数字转换为采用左对齐格式的 14 位二进制编码，MSB = 0 表示正号。

示例：50°C / (0.03125°C / 总数) = 1600 = 0640h = 00 0110 0100 0000

对于负温度：

通过对二进制数的绝对值进行取反操作再加 1 的方式生成负数的二进制补码。然后用 MSB = 1 表示负号。

示例：|-25°C| / (0.03125°C / 总数) = 800 = 0320h = 00 0011 0010 0000

二进制补码格式：11 1100 1101 1111 + 1 = 11 1100 1110 0000

9.3.6.2 由数字代码转换为温度

要将数字代码转换为温度，首先需要检查 MSB 是“0”还是“1”。如果 MSB 为“0”，将十进制代码乘以 0.03125°C 即可获得结果。如果 MSB = 1，则将结果减“1”后对各位取补码。之后将结果乘以 -0.03125°C。

示例：器件回读 0960h - 0960h 的 MSB = 0。

0960h × 0.03125°C = 2400 × 0.03125°C = 75°C

示例：器件回读 3CE0h - 3CE0h 的 MSB = 1。

减 1 后对结果取补码：3CE0h → 0320h

0320h × (-0.03125°C) = 800 × (-0.03125°C) = -25°C

9.4 器件功能模式

9.4.1 复位和上电

ADS1118 在上电时会执行复位。作为复位过程的一部分，ADS1118 将配置寄存器中的每一位位置为对应的默认设置。在默认情况下，ADS1118 在启动时进入断电状态。器件接口和数字模块处于激活状态，但不执行数据转换。在上电过程中，ADS1118 的初始断电状态能够削弱浪涌电流对于电源要求严格的系统的影响。

9.4.2 工作模式

ADS1118 具备以下两种工作模式：连续转换模式或单次转换模式。通过配置寄存器中的 MODE 位可选择相应工作模式。

9.4.2.1 单次转换模式与断电

当配置寄存器中的 MODE 位置 1，ADS1118 进入断电状态并以单次转换模式工作。首次施加电源时，ADS1118 的默认状态为断电状态。尽管处于断电状态，该器件仍能对命令做出响应。ADS1118 将保持此断电状态直至配置寄存器中的单次 (SS) 位写入 1。当 SS 位置为有效，该器件上电，SS 位复位为 0，启动一次单次转换。当转换数据准备就绪，可以进行获取时，器件再次断电。如果当前进行的转换无效，向 SS 位写入 1。要切换至连续转换模式，向配置寄存器中的 MODE 位写入 0。

9.4.2.2 连续转换模式

在连续转换模式下 (MODE 位置为 0)，ADS1118 执行连续转换。转换完成后，ADS1118 将结果放置于转换寄存器并立即开始下一次转换。要切换至单次模式，向配置寄存器中的 MODE 位写入 1 或复位该器件。

9.4.3 低功耗状态的占空比

当输出传输数据速率降低时，由于获取一个转换结果需要对内部调制器的更多样本求取平均值，因此 $\Delta\Sigma$ ADC 的噪声性能通常有所提高。在功耗要求严格的应用中，无需改善低数据传输速率下的噪声性能。对于此类应用，ADS1118 在实际较低的速率下周期性请求高数据传输速率读数的方式支持可显著节能的占空比。例如，处于断电状态且数据传输速率设置为 860SPS 的 ADS1118 可通过一个每 125ms (8SPS) 指示一次单次转换的微控制器控制运行。由于速率为 860SPS 的转换仅耗时约 1.2ms，ADS1118 在剩余的 123.8ms 内保持断电状态。在该配置下，ADS1118 消耗的功率约为连续转换模式下的 1/100。占空比速率是由主控制器定义的完全任意值。ADS1118 可提供不实施占空比的低数据传输速率并可根据需要提供改善的噪声性能。

9.5 编程

9.5.1 串行接口

兼容 SPI 的串行接口由四个信号 (\overline{CS} 、SCLK、DIN 和 DOUT/ \overline{DRDY}) 或三个信号 (\overline{CS} 在这种情况下可能需要连接低电平) 组成。该接口用于读取转换数据、读写寄存器以及控制器件的工作。

9.5.2 片选 (\overline{CS})

片选引脚 (\overline{CS}) 选择 ADS1118 进行 SPI 通信。当多个器件共享同一总线时，该特性非常有用。在串行通信过程中使 \overline{CS} 保持低电平状态。当 \overline{CS} 置为高电平，串行接口复位，SCLK 被忽略，DOUT/ \overline{DRDY} 呈现高阻抗状态。在该状态下，DOUT/ \overline{DRDY} 不提供数据就绪指示。当存在多个器件且必须监控 DOUT/ \overline{DRDY} 时，需要将 \overline{CS} 周期性置为低电平。此时，DOUT/ \overline{DRDY} 引脚立即变为高电平以指示没有可用的新数据或立即变为低电平以指示[转换寄存器](#)中存在可以传输的新数据。新数据可随时传输，无需担心数据损坏。传输开始后，当前结果在输出移位寄存器中锁存并在通信完成前不发生改变。该系统能够避免数据损坏。

9.5.3 串行时钟 (SCLK)

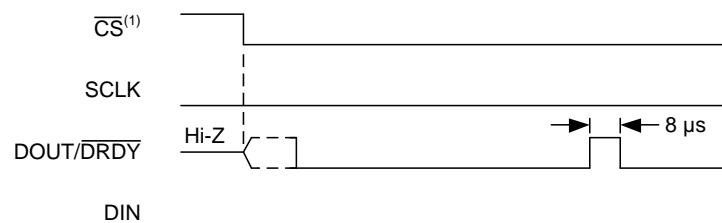
串行时钟 (SCLK) 具有施密特触发输入特性，用于使 DIN 和 DOUT/ \overline{DRDY} 引脚中的时钟数据进出 ADS1118。尽管输入存在迟滞，TI 建议尽量使 SCLK 保持干净，以防因数据转换意外而产生毛刺脉冲。如果 SCLK 保持低电平 28ms，串行接口复位，下一 SCLK 脉冲启动一个新的通信周期。当串行接口传输中断时，可利用此超时特性恢复通信。当串行接口处于空闲状态时，SCLK 保持低电平。

9.5.4 数据输入 (DIN)

数据输入引脚 (DIN) 与 SCLK 共同用于向 ADS1118 发送数据。该器件在 SCLK 下降沿锁存 DIN 中的数据。ADS1118 从不驱动 DIN 引脚。

9.5.5 数据输出与数据就绪 (DOUT/ \overline{DRDY})

数据输出和数据就绪引脚 (DOUT/ \overline{DRDY}) 与 SCLK 搭配使用，共同读取 ADS1118 中的转换和寄存器数据。在 SCLK 上升沿中，DOUT/ \overline{DRDY} 中的数据移出。DOUT/ \overline{DRDY} 还用于指示转换完成以及新数据可用。当新数据准备就绪并可供检索时，该引脚转换为低电平。DOUT/ \overline{DRDY} 还能够触发微控制器读取 ADS1118 中的数据。在连续转换模式下，如果未从器件检索到任何数据，DOUT/ \overline{DRDY} 在下一数据就绪信号之前的 8μs 内保持高电平 (DOUT/ \overline{DRDY} 置为低电平)。该转换过程如[图 38](#)所示。数据传输必须在 DOUT/ \overline{DRDY} 返回高电平前完成。



(1) \overline{CS} 可能保持低电平。如果 \overline{CS} 处于低电平，则 DOUT/ \overline{DRDY} 置为低电平以指示新数据可用。

图 38. DOUT/ \overline{DRDY} 在连续转换模式下不进行数据获取时的行为

当 \overline{CS} 处于高电平时，DOUT/ \overline{DRDY} 默认配置一个内部弱上拉电阻。该特性可降低 DOUT/ \overline{DRDY} 在中间电压附近发生悬空以及在主器件中引发泄漏电流的风险。将[配置寄存器](#)中的 PULL_UP_EN 位置为 0 以禁用此上拉电阻并将器件置为高阻抗状态。

编程 (接下页)

9.5.6 数据格式

ADS1118 以二进制补码格式提供 16 位数据。正满量程输入时，输出代码 7FFFh，负满量程输入时，输出代码 8000h。输出在这些信号编码处针对超出满量程范围的信号进行削波。表 5 总结了不同输入信号的理想输出代码。图 39 显示了代码转换与输入电压间的关系。

表 5. 输入信号与理想输出代码的关系

输入信号, V_{IN} ($A_{INP} - A_{INN}$)	理想输出代码 ⁽¹⁾
$\geq +FS (2^{15} - 1) / 2^{15}$	7FFFh
$+FS / 2^{15}$	0001h
0	0
$-FS / 2^{15}$	FFFFh
$\leq -FS$	8000h

(1) 排除噪声、INL、偏移和增益误差的影响。

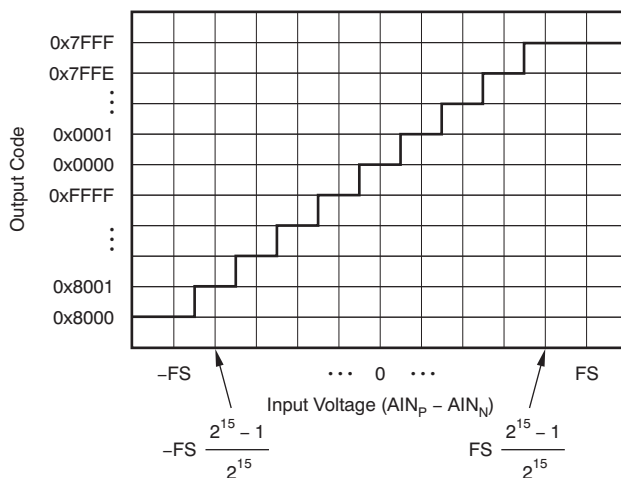


图 39. ADS1118 代码转换图

9.5.7 获取数据

在单次转换模式和连续转换模式下，ADS1118 均以相同方式写入或读取数据，无需发出任何命令。ADS1118 的工作模式通过配置寄存器中的 MODE 位进行选择。

将 MODE 位置为 0 可使器件在连续转换模式下工作。在连续转换模式下，器件连续启动新的转换，即使 \overline{CS} 处于高电平也是如此。

将 MODE 位置为 1 可启动单次转换模式。在单次转换模式下，只有向 SS 位写入 1 时才会启动新的转换。

始终对转换数据进行缓冲并在新转换数据替换前始终保留当前数据。因此，可随时读取数据，无需担心数据损坏。

当 $\overline{DOUT/DRDY}$ 置为低电平时，指示新转换数据已就绪，可通过移出 $\overline{DOUT/DRDY}$ 中的数据读取。

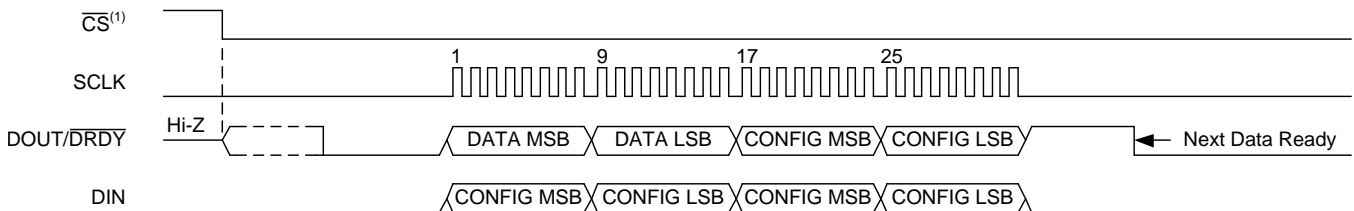
$\overline{DOUT/DRDY}$ 中数据的 MSB (bit 15) 在第一个 SCLK 上升沿随时钟移出。在转换结果随时钟移出 $\overline{DOUT/DRDY}$ 的同时，新配置寄存器数据在 SCLK 下降沿锁存至 DIN 中。

ADS1118 还可以在同一数据传输周期内直接回读配置寄存器设置。完整的数据传输周期由 32 位（使用配置寄存器数据回读）或 16 位（仅在 \overline{CS} 线路受控且永久置为低电平时使用）组成。

9.5.7.1 32 位数据传输周期

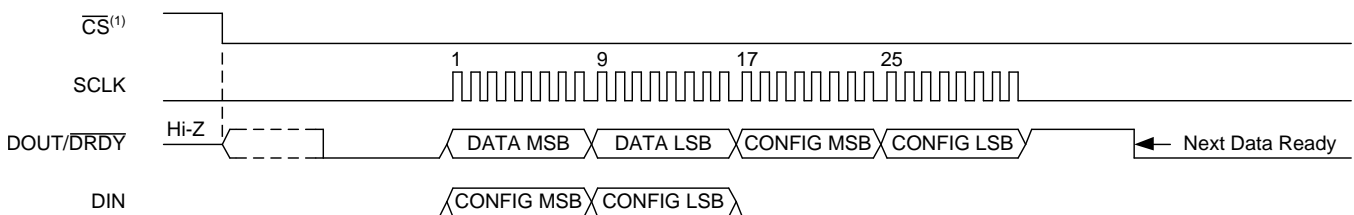
32 位数据传输周期中的数据由四个字节组成：两字节用于转换结果，另外两字节用于配置寄存器回读。该器件始终首先读取 MSB。

如图 40 所示，同一配置寄存器设置在一个传输周期内写入两次。如果条件允许，可在前半个传输周期写入配置寄存器设置一次，然后在后半个传输周期使 DIN 引脚保持低电平（如图 41 所示）或高电平。如果无需更新配置寄存器，则在整个传输周期内使 DIN 引脚保持低电平或高电平。在 32 位传输周期的前两个字节写入的配置寄存器设置在同一周期的后两个字节进行回读。



(1) 如果 ADS1118 不与其他器件共享串行总线，则 \overline{CS} 可始终保持低电平。如果 \overline{CS} 处于低电平，则 DOUT/DRDY 置为低电平以指示新数据可用。

图 40. 具有配置寄存器回读功能的 32 位数据传输周期



(1) 如果 ADS1118 不与其他器件共享串行总线，则 \overline{CS} 可始终保持低电平。如果 \overline{CS} 处于低电平，则 DOUT/DRDY 置为低电平以指示新数据可用。

图 41. 32 位数据传输周期：DIN 保持低电平

9.5.7.2 16 位数据传输周期

如果配置寄存器数据无需回读，则 ADS1118 转换数据也可在 16 位短数据传输周期中随时钟移出，如图 42 所示。因此，在第 16 个 SCLK 周期后， \overline{CS} 必须置为高电平。将 \overline{CS} 置为高电平会复位 SPI 接口。当 \overline{CS} 下一次置为低电平时，使用当前缓冲的转换结果在 SCLK 上升沿启动数据传输。如果 DOUT/DRDY 在数据获取启动时为低电平，则转换缓冲区已更新为最新结果。否则，如果 DOUT/DRDY 处于高电平，读取前一传输周期中的相同结果。

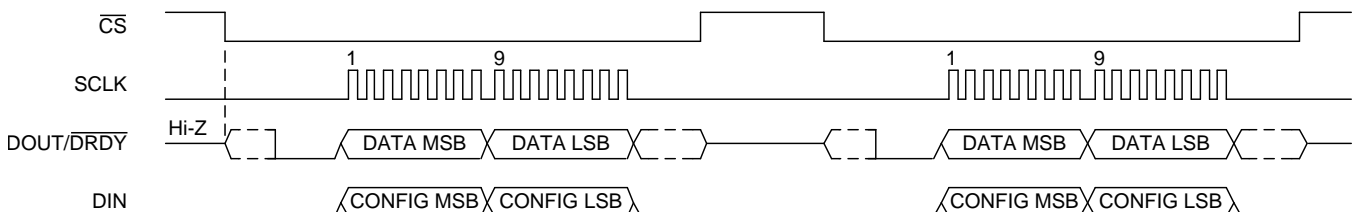


图 42. 16 位数据传输周期

9.6 寄存器映射

ADS1118 具有两个寄存器，可通过 SPI 接口进行访问。[转换寄存器](#)包含上一次转换的结果。[配置寄存器](#)允许用户更改 ADS1118 的工作模式并查询器件状态。

9.6.1 转换寄存器 [复位 = 0000h]

该 16 位转换寄存器包含的上一次转换结果采用二进制补码格式。转换寄存器在上电后清零并且在第一次转换完成前保持为“0”。寄存器格式如[图 43](#) 所示。

图 43. 转换寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h
7	6	5	4	3	2	1	0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h	R-0h

图例：R/W = 读/写；R = 只读；-n = 复位后的值

表 6. 转换寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	描述
15:0	D[15:0]	R	0000h	16 位转换结果

9.6.2 配置寄存器 [复位 = 058Bh]

16 位配置寄存器可用于控制 ADS1118 的工作模式、输入选择、数据传输速率、满量程范围以及温度传感器模式。寄存器格式如[图 44](#) 所示。

图 44. 配置寄存器

15	14	13	12	11	10	9	8
SS	MUX[2:0]				PGA[2:0]		MODE
R/W-0h	R/W-0h				R/W-2h		R/W-1h
7	6	5	4	3	2	1	0
DR[2:0]			TS_MODE	PULL_UP_EN	NOP[1:0]		保留
R/W-4h			R/W-0h	R/W-1h	R/W-1h		R-1h

图例：R/W = 读/写；R = 只读；-n = 复位后的值

表 7. 配置寄存器字段说明

位	字段	类型	复位	说明
15	SS	R/W	0h	<p>单次转换启动</p> <p>该位用于启动单次转换。仅当器件处于断电状态且对当前转换无效时，才能写入 SS。</p> <p>当写入：</p> <p>0 = 无效</p> <p>1 = 启动单次转换（处于断电状态）</p> <p>始终回读为“0”（默认）。</p>
14:12	MUX[2:0]	R/W	0h	<p>输入多路复用器配置</p> <p>这些位配置输入多路复用器。</p> <p>000 = AIN_P 为 AIN0 且 AIN_N 为 AIN1（默认）</p> <p>001 = AIN_P 为 AIN0 且 AIN_N 为 AIN3</p> <p>010 = AIN_P 为 AIN1 且 AIN_N 为 AIN3</p> <p>011 = AIN_P 为 AIN2 且 AIN_N 为 AIN3</p> <p>100 = AIN_P 为 AIN0 且 AIN_N 为 GND</p> <p>101 = AIN_P 为 AIN1 且 AIN_N 为 GND</p> <p>110 = AIN_P 为 AIN2 且 AIN_N 为 GND</p> <p>111 = AIN_P 为 AIN3 且 AIN_N 为 GND</p>

表 7. 配置寄存器字段说明 (接下页)

位	字段	类型	复位	说明
11:9	PGA[2:0]	R/W	2h	<p>可编程增益放大器配置 这些位配置可编程增益放大器。</p> <p>000 = FSR 为 $\pm 6.144V^{(1)}$ 001 = FSR 为 $\pm 4.096V^{(1)}$ 010 = FSR 为 $\pm 2.048V$ (默认) 011 = FSR 为 $\pm 1.024V$ 100 = FSR 为 $\pm 0.512V$ 101 = FSR 为 $\pm 0.256V$ 110 = FSR 为 $\pm 0.256V$ 111 = FSR 为 $\pm 0.256V$</p>
8	MODE	R/W	1h	<p>器件工作模式 该位控制 ADS1118 的工作模式。</p> <p>0 = 连续转换模式 1 = 断电并采用单次转换模式 (默认)</p>
7:5	DR[2:0]	R/W	4h	<p>数据传输速率 这些位控制数据传输速率设置。</p> <p>000 = 8SPS 001 = 16SPS 010 = 32SPS 011 = 64SPS 100 = 128SPS (默认) 101 = 250SPS 110 = 475SPS 111 = 860SPS</p>
4	TS_MODE	R/W	0h	<p>温度传感器模式 此位配置 ADC 转换温度或输入信号。</p> <p>0 = ADC 模式 (默认) 1 = 温度传感器模式</p>
3	PULL_UP_EN	R/W	1h	<p>上拉使能 该位使能 $\overline{DOUT}/\overline{DRDY}$ 引脚的内部弱上拉电阻 (仅限 \overline{CS} 处于高电平)。使能后, 400kΩ 内部电阻将总线与电源相连。禁用后, $\overline{DOUT}/\overline{DRDY}$ 引脚处于悬空状态。</p> <p>0 = 禁用 $\overline{DOUT}/\overline{DRDY}$ 引脚的上拉电阻 1 = 使能 $\overline{DOUT}/\overline{DRDY}$ 引脚的上拉电阻 (默认)</p>
2:1	NOP[1:0]	R/W	1h	<p>无操作 NOP[1:0] 位控制数据是否写入配置寄存器。对于需要写入配置寄存器的数据, NOP[1:0] 位必须为“01”。其他任何值均会产生 NOP 命令。在 SCLK 脉冲期间, DIN 可保持高电平或低电平, 数据不会写入配置寄存器。</p> <p>00 = 无效数据, 不更新配置寄存器内容 01 = 有效数据, 更新配置寄存器 (默认) 10 = 无效数据, 不更新配置寄存器内容 11 = 无效数据, 不更新配置寄存器内容</p>
0	保留	R	1h	<p>保留 始终写入 1h 回读 0h 或 1h</p>

(1) 该参数表示 ADC 调节的满量程范围。针对此器件施加的电压不得超过 $VDD + 0.3V$ 。

10 应用和实施

注

以下应用部分的信息不属于 TI 组件规范, TI 不担保其准确性和完整性。客户应负责确定 TI 组件是否适用于其应用。客户应验证并测试其设计是否能够实现, 以确保系统功能。

10.1 应用信息

ADS1118 是一款 16 位精密 $\Delta\Sigma$ ADC，其集成的多种特性能够简化温度传感器和桥式传感器等常见传感器的测量。以下部分介绍了在各种情况下使用 ADS1118 的示例电路和建议。

10.1.1 串行接口连接

ADS1118 串行接口的连接原理如图 45 所示。

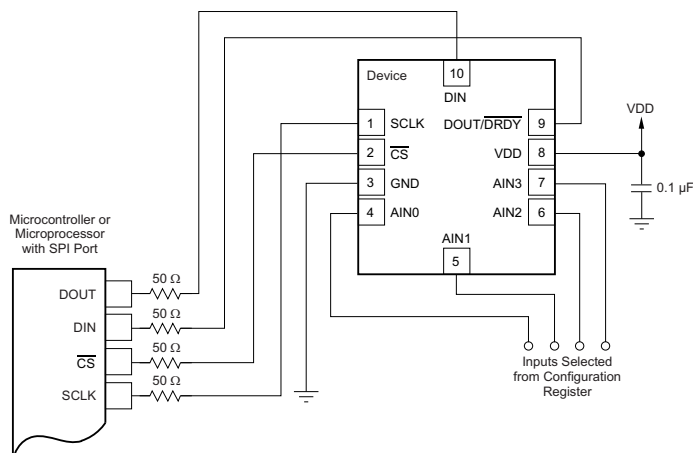


图 45. ADS1118 的典型连接

多数微控制器 SPI 外设可与 ADS1118 搭配工作。该接口在 SPI 模式 1 下工作，其中 CPOL = 0 且 CPHA = 1。在 SPI 模式 1 下，SCLK 在空闲状态下保持低电平并且数据仅在 SCLK 上升沿进行传输或更改；主器件和从器件在 SCLK 下降沿锁存或读取数据。有关 ADS1118 采用的 SPI 通信协议的详细信息，请参见[时序要求：串行接口](#)部分。

建议为串联线路中的每个数字引脚连接一个 50Ω 电阻，以提供短路保护。请务必注意始终满足全部 SPI 时序要求，原因是这些附加串联电阻连同数字信号线路中的总线寄生电容会使信号发生转换。

ADS1118 的全差分输入适用于与源阻抗较低的差分源（例如热电偶和热敏电阻）相连。尽管 ADS1118 可读取全差分信号，但由于各引脚配有 ESD 保护二极管，该器件的所有引脚都无法接受负电压。当输入超出电源电压或低于接地电压，这些二极管导通以防器件受到 ESD 损害。

10.1.2 用于通信的 GPIO 端口

多数微控制器具有可编程输入/输出 (I/O) 引脚，这些引脚可在软件中进行设置，以用于输入或输出。如果 SPI 微控制器不可用，ADS1118 可与 GPIO 引脚相连并且能够模拟 SPI 总线协议。使用 GPIO 引脚生成 SPI 接口只需将引脚配置为推挽式输入或输出。此外，如果 SCLK 线路保持低电平的时间超过 28ms，则通信超时。这意味着 GPIO 端口必须提供间隔不超过 28ms 的 SCLK 脉冲。

10.1.3 模拟输入滤波

模拟输入滤波具有两种用途：首先限制采样过程中混叠的影响；其次降低进入测量的外部噪声。

应用信息 (接下页)

与其他采样系统类似，如果不进行适当的抗混叠滤波，将发生混叠。如果输入信号的频率分量高于 ADC 采样频率的一半（也称为奈奎斯特频率），将发生混叠。这些频率分量发生折返并在实际所关注的频带中显示为小于采样频率的一半。数字滤波器的滤波响应在采样频率的整数倍处重复，也称为调制器频率 ($f_{(\text{MOD})}$)，如图 46 所示。频率高达一定值的信号或噪声（滤波器响应在该频率下发生重复）会在数字滤波器的作用下发生一定程度的衰减，具体取决于滤波器结构。除非由外部模拟滤波器进行衰减，否则频率约为调制器频率或其倍数的输入信号中出现的任何频率分量均不会发生衰减并混叠回到所关注频带。

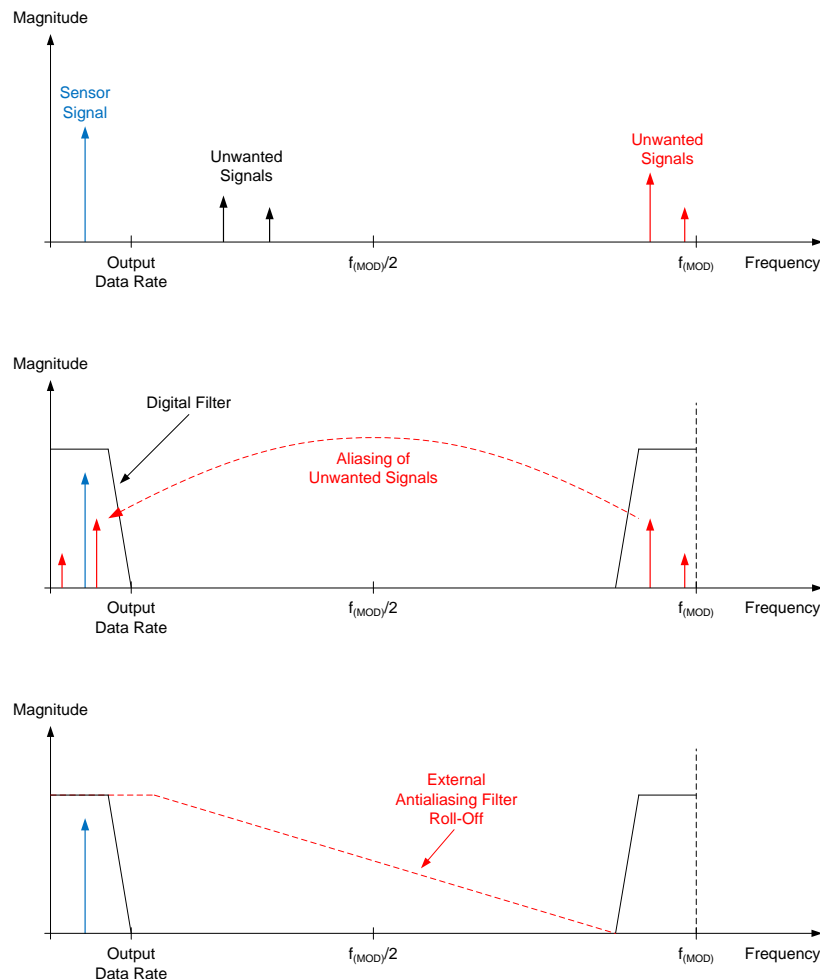


图 46. 混叠的影响

许多传感器信号本身的带宽受限。例如，热电偶输出的变化率受限。在这种情况下，当使用 $\Delta\Sigma$ ADC 时，传感器信号不会混叠回通频带。然而，针对传感器接线或应用电路的噪声拾取可能在通频带中混叠。电源线路周期频率和谐波是常见噪声源。电磁干扰 (EMI) 或射频干扰 (RFI) 源（例如附近的电机和手机）也会产生外部噪声。另一类噪声源通常以时钟或数字信号形式在印刷电路板 (PCB) 中呈现。模拟输入滤波有助于移除意外出现的信号，防止其影响测量结果。

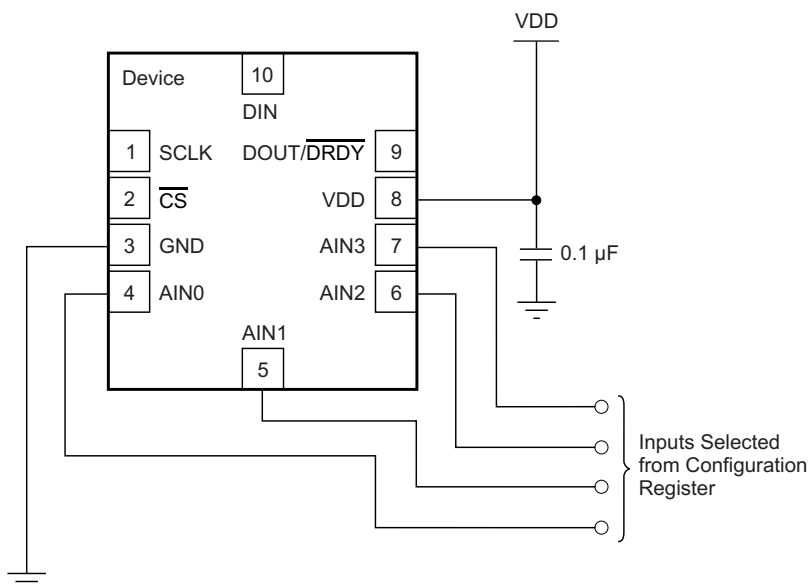
一阶阻容 (RC) 滤波器（在大多数情况下）足以完全消除混叠或将混叠的影响降至传感器噪声范围内的某一水平。在理想情况下，频率超过 $f_{(\text{MOD})} / 2$ 的所有信号均会衰减至 ADC 噪声范围内的某一水平。ADS1118 的数字滤波器可在一定程度上使信号发生衰减，如图 34 所示。此外，噪声分量的幅值通常小于实际传感器信号的幅值。因此，系统设计最初通常选择截止频率设置为与输出数据传输速率相等或是其 10 倍的一阶 RC 滤波器。

应用信息 (接下页)

10.1.4 单端输入

虽然 ADS1118 具有两个差分输入，但该器件可测量四个单端信号。图 47 所示为单端连接图。通过将 MUX 配置为相对于接地端测量每条通道的方式，可配置 ADS1118 进行单端测量。此后，根据配置寄存器中的选择读取一个输入中的数据。单端信号的范围为 0V 至正电源电压或 +FS 中较低的一个。由于 ADS1118 只接受相对于接地端的正电压，因此不得对该电路施加负电压。ADS1118 在输入范围内不会丢失线性度。

ADS1118 提供范围为 $\pm FS$ 的差分输入电压。然而，图 47 所示的单端电路仅使用 ADS1118 FS 输入电压范围的一半，原因是不会产生差分负输入。由于仅使用 FS 范围的一半，因此会损失一位分辨率。为获得最优噪声性能，TI 建议尽可能采用差分配置。差分配置可最大限度地提升 ADC 的动态范围并使共模噪声发生显著衰减。



注：为了便于说明，忽略数字引脚连接。

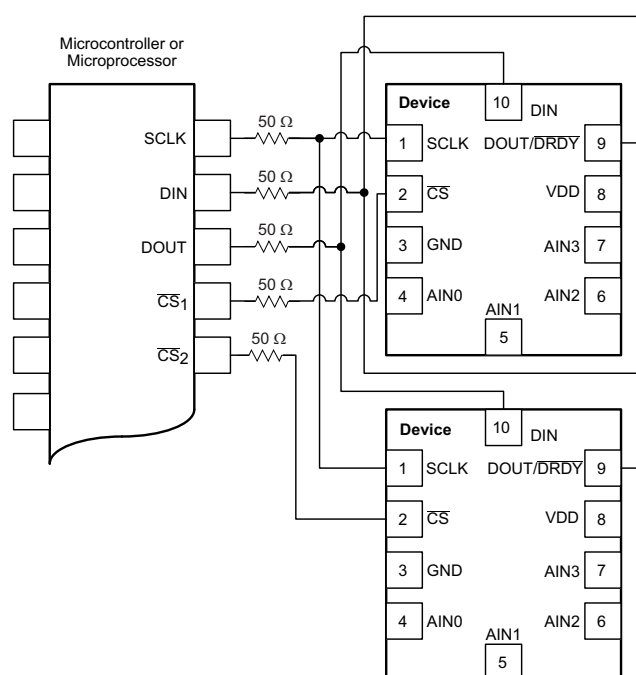
图 47. 测量单端输入

通过调整多路复用器配置，ADS1118 还被设计用于支持 AIN3 作为公共测量点。以 AIN3 为基准可测量 AIN0、AIN1 和 AIN2。在此配置中，ADS1118 与输入搭配工作，AIN3 用作公共点。该性能改善了采用单端配置的可用范围，原因是当 $GND < V_{(AIN3)} < VDD$ 时允许使用负差分电压；然而，未提供共模噪声衰减。

应用信息 (接下页)

10.1.5 连接多个器件

将多个 ADS1118 器件与同一条 SPI 总线相连时，SCLK、DIN 和 DOUT/DRDY 可通过支持 SPI 功能的器件使用专用片选 (\overline{CS}) 的方式安全共享。在默认情况下，当 \overline{CS} 针对 ADS1118 变为高电平时，DOUT/DRDY 通过一个弱上拉电阻上拉至 VDD。该特性旨在防止 DOUT/DRDY 在中间轨附近发生悬空而导致微控制器输入漏电流过大。如果配置寄存器中的 PULL_UP_EN 位置“0”，DOUT/DRDY 引脚在 \overline{CS} 转换为高电平时进入三态模式。ADS1118 不能在 DOUT/DRDY 上发出数据就绪脉冲（条件是 \overline{CS} 处于高电平）。当使用多个器件时，为了评估 ADS1118 的新转换何时就绪，主器件将 \overline{CS} 周期性下拉至 ADS1118。当 \overline{CS} 变为低电平，DOUT/DRDY 引脚立即驱动为高电平或低电平。如果 DOUT/DRDY 线路在 \overline{CS} 处于低电平时驱动为低电平，当前的新数据可随时随地移出。如果 DOUT/DRDY 线路驱动为高电平，则新数据不可用且 ADS1118 返回最后一次读取的转换结果。ADS1118 中的有效数据可随时进行获取，无需担心数据损坏。如果在数据传输过程中提供最新转换，则该转换在新 SPI 传输启动后才能回读。



注：为了便于说明，忽略电源和输入连接。

图 48. 连接多个 ADS1118

应用信息 (接下页)

10.1.6 伪代码示例

图 49 的流程图给出了伪代码序列以及在器件与微控制器之间建立通信以对 ADS1118 进行后续读数所需的步骤。例如，已更改配置寄存器的默认设置，从而将器件设置为 $FSR = \pm 0.512V$ 、连续转换模式和 64SPS 数据传输速率。

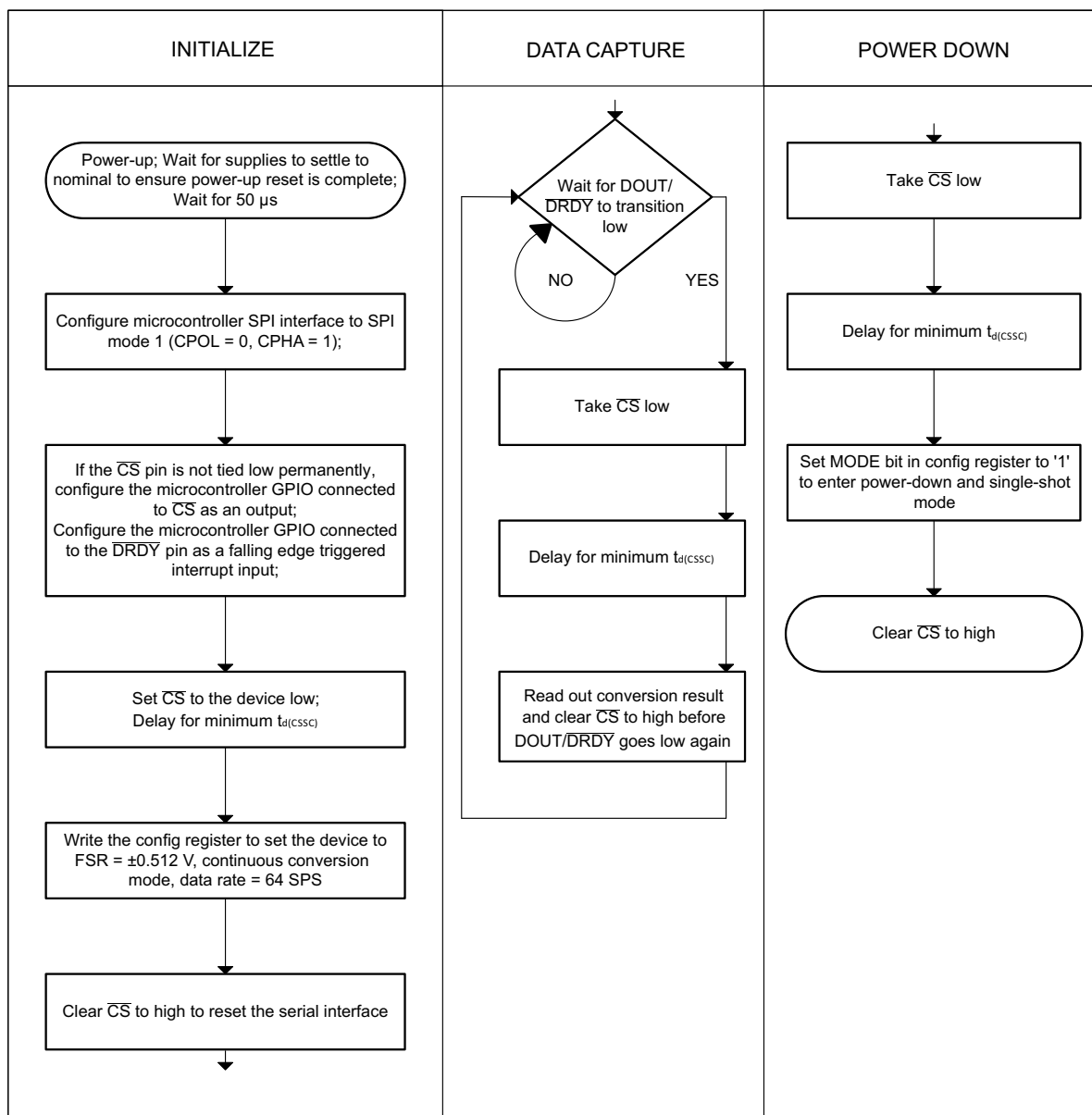


图 49. 伪代码示例流程图

10.2 典型应用

图 50 给出了双通道独立热电偶测量系统使用内部高精度温度传感器进行冷端补偿时的基本连接。除了热电偶之外，外部电路仅需偏置电阻、一阶低通抗混叠滤波器和电源去耦合电容。

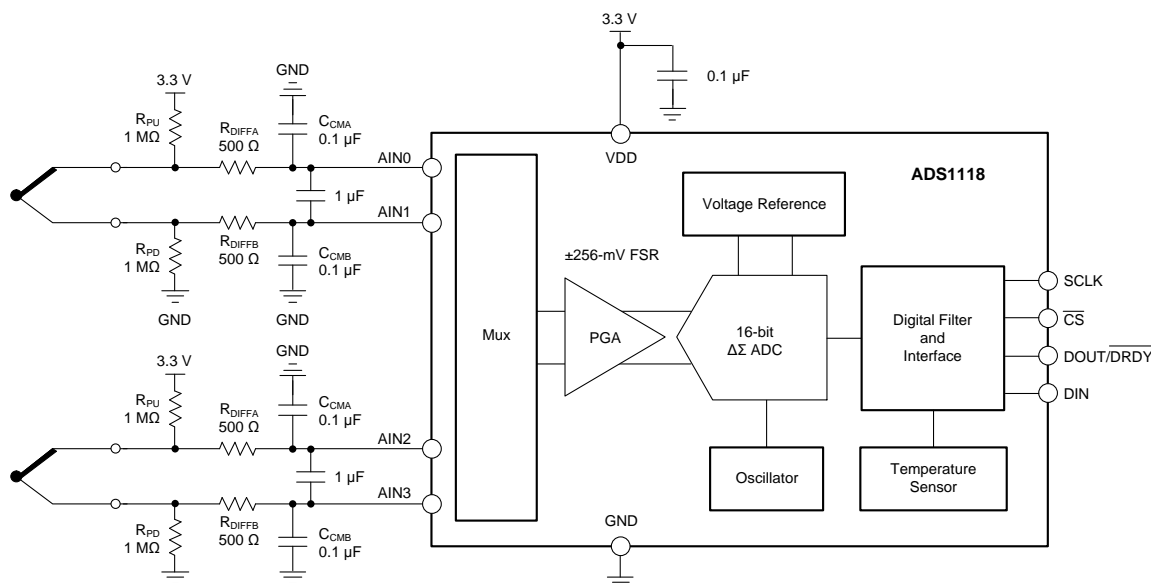


图 50. 双通道热电偶测量系统

10.2.1 设计要求

表 8 给出了该应用的设计参数。

表 8. 设计参数

设计参数	值
电源电压	3.3V
基准电压	内部
更新速率	≥ 100 个读数/秒
热电偶类型	K
温度测量范围	–200°C 至 +1250°C
$T_A = 25^\circ\text{C}$ 时的测量精度 ⁽¹⁾	±0.7°C

(1) 具有偏移校准，但无增益校准。测量不考虑热电偶误差。

10.2.2 详细设计流程

偏置电阻 (R_{PU} 和 R_{PD}) 具有两种用途。第一种用途是将热电偶的共模电压设置在器件的特定电压范围内。第二种用途是提供弱上拉和下拉，以检测开放式热电偶的引线。当其中一条热电偶引线因发生故障而开路，正负输入将分别拉至 VDD 和 GND。因此，ADC 读取超出热电偶电压正常测量范围的满量程值来指示这种故障状态。当选择偏置电阻的阻值时，请务必注意避免偏置电流降低测量精度。偏置电流流经热电偶会引起自发热并使热电偶引线之间产生额外压降。偏置电阻的典型值范围为 1MΩ 至 50MΩ。

尽管该器件的数字滤波器会使噪声的高频分量发生衰减，TI 建议在输入处使用一阶无源 RC 滤波器进一步改善性能。由 R_{DIFFA} 、 R_{DIFFB} 和差分电容 C_{DIFF} 组成的差分 RC 滤波器的截止频率与借助公式 5 的计算结果相同。尽管 ADS1118 的数字滤波器能够使噪声的高频分量发生显著衰减，TI 建议使用一阶无源 RC 滤波器进一步抑制高频噪声并避免发生混叠。选择滤波器电阻的阻值时必须小心谨慎，原因是流经器件的输入电流会导致电阻产生压降。该压降作为 ADC 输入的附加偏移误差而出现。TI 建议将滤波器电阻的阻值限制在 1kΩ 以下。

$$f_c = 1 / [2\pi \cdot (R_{DIFFA} + R_{DIFFB}) \cdot C_{DIFF}] \quad (5)$$

同时添加两个共模滤波电容 (C_{CMA} 和 C_{CMB}) 使高频共模噪声分量发生衰减。TI 建议差分电容 C_{DIFF} 至少应比这些共模电容高出一个数量级 (10x), 原因是共模电容不匹配会导致共模噪声转换为差分噪声。

当最高电势输入信号稍低于 ADC 的 FSR 时, 所获得的测量分辨率最高。根据设计要求, 最高热电偶电压 (V_{TC}) 在热电偶温度 (T_{TC}) 为 1250°C 时出现。在此温度下, 美国国家标准技术研究所 (NIST) 出版的表格中定义 $V_{TC} = 50.644\text{mV}$, 此时的冷端温度 (T_{CJ}) 为 0°C 。热电偶产生的输出电压与热电偶尖端和冷端温度之差成正比。如果冷端温度低于 0°C , 热电偶产生的电压高于 50.644mV 。等温模块区域受到器件工作温度范围的限制。因此, 等温模块的温度限制为 -40°C 。K 型热电偶在 $T_{TC} = 1250^{\circ}\text{C}$ 时产生的输出电压 $V_{TC} = 50.644\text{mV} - (-1.527\text{mV}) = 52.171\text{mV}$, 其参考冷端温度为 $T_{CJ} = -40^{\circ}\text{C}$ 。该器件的满量程范围为 $\pm 0.256\text{V}$, 这也是本应用示例采用的满量程范围。

该器件集成了一个用于测量冷端温度的精密温度传感器。配置寄存器中的 TS_MODE 位置 1 可启用温度传感器模式。温度传感器的总体精度取决于 ADS1118 针对冷端的测量精度。因此, 为了设计精确的热电偶系统, 组件的放置以及 PCB 的布局布线必须小心谨慎。ADS1118 评估模块提供了良好基础并且给出了实现优异冷端补偿性能的示例。除了仅连接一条热电偶通道外, ADS1118 评估模块使用的电路原理图与图 50 完全相同。如需了解通过优化组件放置和布局布线实现冷端补偿性能的详细信息, 请参见应用手册《使用 ADS1118 进行精密热电偶测量》, SBAA189。

冷端补偿有多种计算方法。典型方法是在热电偶输入和温度传感器之间进行交错读数。即获取一个片上温度结果 T_{CJ} (对于每个测得的热电偶 ADC 电压 V_{TC} 均是如此)。要考虑冷结点, 首先将 ADS1118 中的温度传感器读数转换为与当前正在使用的热电偶电压成正比的电压 (V_{CJ})。该过程一般通过对热电偶电压至温度转换表执行反向查找来完成。加入这两个电压将产生热电偶补偿电压 (V_{Actual}), 其中 $V_{Actual} = V_{CJ} + V_{TC}$ 。此后, V_{Actual} 根据同一 NIST 查找表转换为温度 (T_{Actual})。图 51 给出了说明该过程的框图。有关该方法的详细说明, 请参见应用手册《使用 ADS1118 进行精密热电偶测量》, SBAA189。

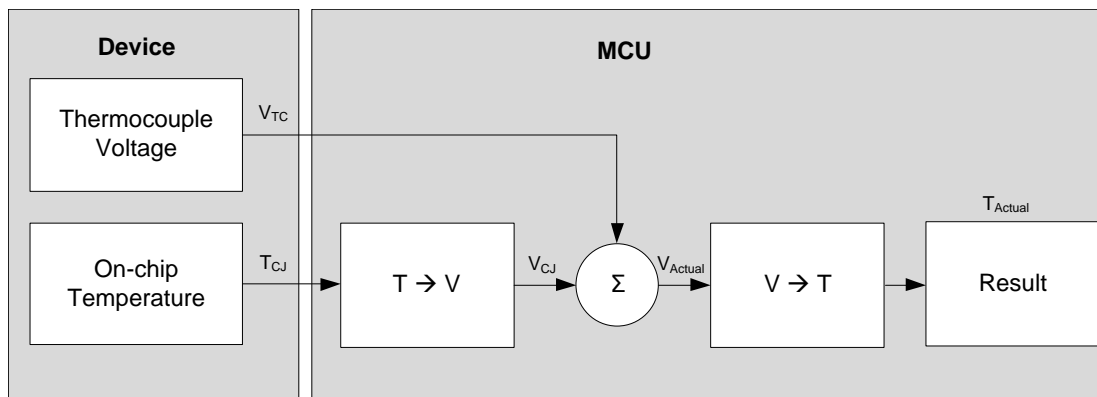
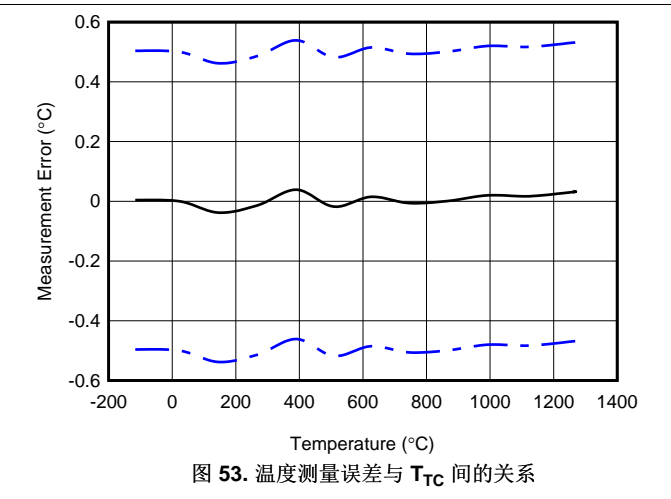
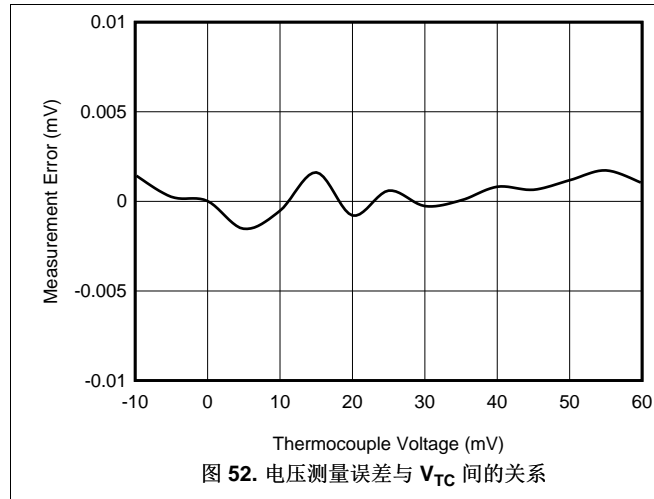


图 51. 软件流程图

图 52 和图 53 给出了测量结果。测量在 $T_A = T_{CJ} = 25^{\circ}\text{C}$ 的条件下执行。系统偏移校准在 $T_{TC} = 25^{\circ}\text{C}$ 下执行, 该条件等同于 $V_{TC} = 0\text{V}$ ($T_{CJ} = 25^{\circ}\text{C}$)。测量过程中不执行增益校准。图 52 中的数据是通过将精密电压源代替热电偶作为输入信号获得的。图 53 中的黑色实线为相应温度下的测量误差。这些误差借助 NIST 表并根据图 52 中的数据计算得出。图 53 中的黑色实线表示 ADC 增益及非线性误差引起的测量误差。除了包含器件增益和非线性误差外, 图 53 中的蓝色虚线还包括温度传感器误差 ($\pm 0.5^{\circ}\text{C}$) 的保护带。请注意, 图 52 和图 53 中的测量结果不考虑在热电偶测量系统设计过程中必须考虑的热电偶误差。

10.2.3 应用曲线



11 电源相关建议

该器件需要使用单电源 VDD 同时为其模拟和数字电路供电。

11.1 电源排序

与器件进行通信前，请在 VDD 稳定后等待约 50 μ s，直至上电复位过程完成。

11.2 电源去耦

良好的电源去耦对于实现最优性能至关重要。如图 54 所示，至少需要采用 0.1 μ F 的电容对 VDD 进行去耦。在 ADS1118 的转换过程中，0.1 μ F 旁路电容提供电源所需的瞬态突发额外电流。通过低阻抗连接将旁路电容放置在尽可能靠近器件电源引脚的位置。TI 建议使用多层陶瓷贴片电容 (MLCC) 提供等效串联电阻 (ESR) 和电感 (ESL) 特性，从而实现电源去耦。对于敏感度较高或在恶劣噪声环境中使用的系统，避免使用过孔将电容与器件引脚相连，以获得出色的噪声抗扰度。并行使用多个过孔可降低总电感值并且有利于与接地层相连。

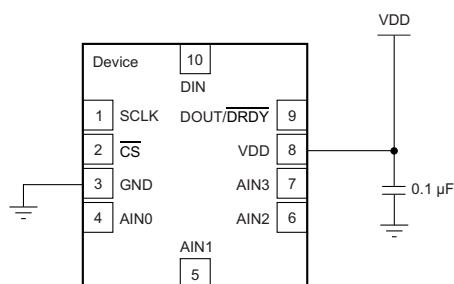


图 54. 电源去耦

12 布局布线

12.1 布局布线指南

在为模拟和数字组件的印刷电路板 (PCB) 布局布线时，TI 建议采用最佳设计方案。通常建议在布线布局过程中将模拟组件 [例如 ADC、放大器、基准、数模转换器 (DAC) 和模拟 MUX] 与数字组件 [例如微控制器、复杂的可编程逻辑器件 (CPLD)、现场可编程逻辑门阵列 (FPGAs)、射频 (RF) 收发器、通用串行总线 (USB) 收发器以及开关稳压器] 相分离。图 55 所示为良好的组件布局示例。尽管图 55 给出了良好的组件布局示例，各应用的最佳布局只针对特定的几何尺寸、组件和 PCB 制造能力。即没有适用于所有设计的布局布线方式，因此在使用模拟组件进行设计时必须小心谨慎。

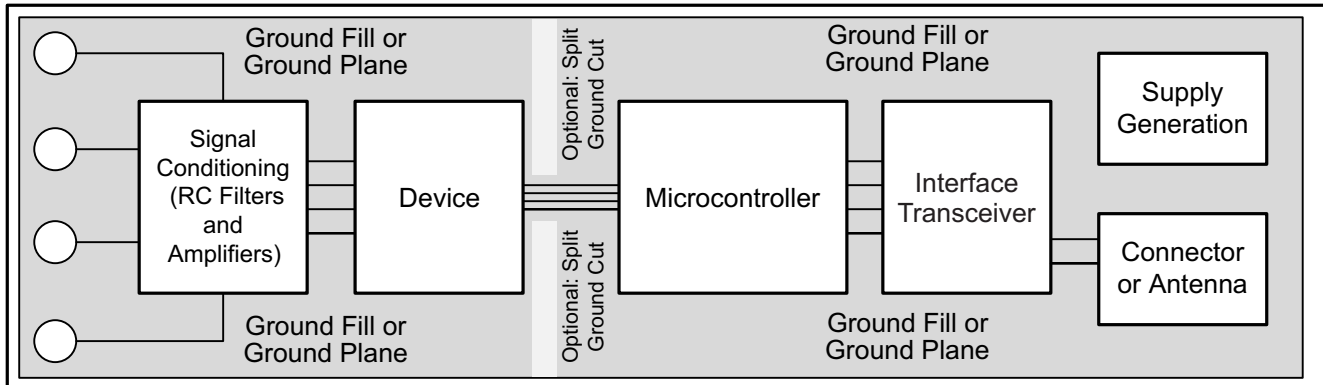


图 55. 系统组件布局

不必为了改善噪声性能而使用分离的模拟和数字接地层（虽然热隔离可以考虑此选项）。然而，在不含组件的 PCB 区域使用实心接地层或接地填充对于优化性能至关重要。如果目前使用的系统采用分离的模拟和数字接地层，TI 通常建议将接地层相连并尽可能地靠近器件。双层电路板可使用公共接地端作为模拟或数字接地端。可添加附加层来简化 PCB 布线。接地填充可减少 EMI 和 RFI 问题。

同时，TI 强烈建议给定系统中的数字组件（特别是 RF 部分）尽可能远离模拟电路。此外，应最大限度地缩短通过模拟区域的数字控制走线距离并避免将这些走线放置在敏感模拟器件附近。数字返回电流通常流经尽可能靠近数字路径的接地路径。如果未提供与平面的实心接地连接，这些电流会通过某些路径返回电源，进而影响模拟性能。布线布局对温度感测功能的影响远大于对 ADC 功能的影响。

电源引脚必须通过低 ESR 陶瓷电容旁路至接地。旁路电容的最佳位置应尽可能靠近电源引脚。旁路电容的接地侧必须采用低阻抗连接以优化性能。电源电流首先流经旁路电容引脚再流经电源引脚，从而实现高效旁路。

采用差分连接的模拟输入之间必须放置差分电容。必须选择高品质差分电容。C0G (NPO) 电容属性稳定且具备低噪声特性，这是最适用的陶瓷贴片电容。对热电偶输入连接周围的覆铜区域进行热隔离，以构建热性能稳定的冷端。只要遵循以上准则，即可通过交替布局方案获得可接受的性能。

12.2 布局示例

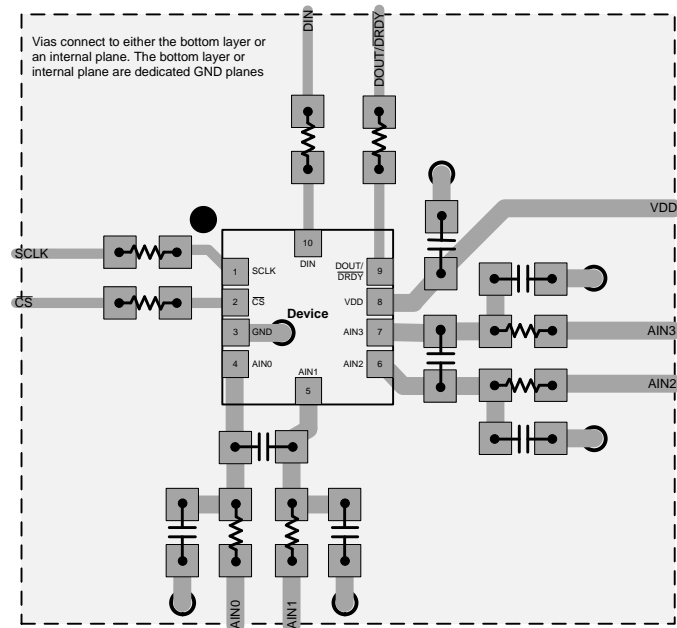


图 56. X2QFN 封装

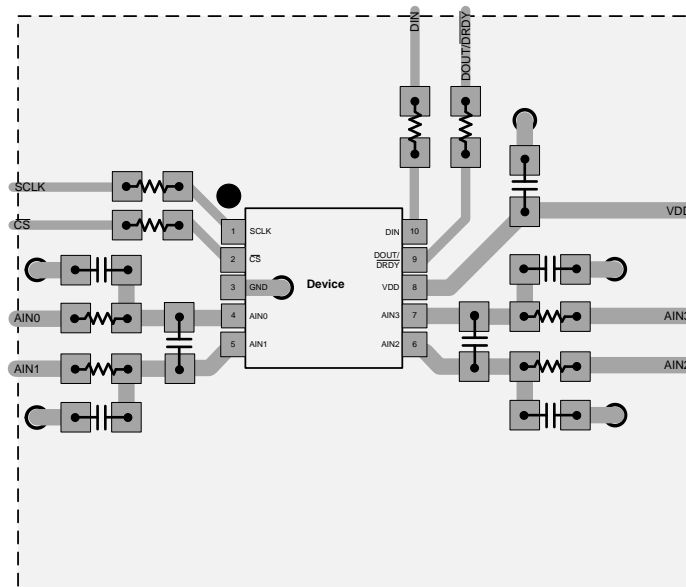


图 57. VSSOP 封装

13 器件和文档支持

13.1 文档支持

13.1.1 相关文档

- 《使用 ADS1118 进行精密热电偶测量》， [SBAA189](#)
- 《ADS1118EVM 用户指南》， [SBAU184](#)
- 《430BOOST-ADS1118 BoosterPack 用户指南》， [SBAU207](#)
- 《ADS1118 Boosterpack》， [SLYU013](#)
- 《模数转换规范及性能特性术语表》， [SBAA147](#)

13.2 社区资源

下列链接提供到 TI 社区资源的连接。链接的内容由各个分销商“按照原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范 and 标准且不一定反映 TI 的观点；请见 TI 的[使用条款](#)。

TI E2E™ 在线社区 **TI 工程师 (E2E)** 社区。此社区的创建目的是为了促进工程师之间协作。在 [e2e.ti.com](#) 中，您可以咨询问题、共享知识、探索思路，在同领域工程师的帮助下解决问题。

E2E 精密数据转换器论坛 **TI 面向精密数据转换器建立的工程师 (E2E)** 社区。创建该社区旨在促进工程师之间的交流和协作。用户可在该社区中进行实时问答。

13.3 商标

E2E is a trademark of Texas Instruments.

SPI is a trademark of Motorola.

All other trademarks are the property of their respective owners.

13.4 静电放电警告



ESD 可能会损坏该集成电路。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措施和安装程序，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。

13.5 术语表

[SLYZ022](#) — TI 术语表。

这份术语表列出并解释术语、缩写和定义。

14 机械、封装和可订购信息

以下页中包括机械、封装和可订购信息。这些信息是针对指定器件可提供的最新数据。这些数据会在无通知且不对本文档进行修订的情况下发生改变。欲获得该数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为 有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予 的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务 的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它 知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况 下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件 或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品 相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见 故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因 在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特 有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使 用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同 意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独 力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道1568号, 中建大厦32楼邮政编码: 200122
Copyright © 2016, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司

PACKAGING INFORMATION

Orderable Device	Status (1)	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan (2)	Lead/Ball Finish (6)	MSL Peak Temp (3)	Op Temp (°C)	Device Marking (4/5)	Samples
ADS1118IDGSR	ACTIVE	VSSOP	DGS	10	2500	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	BBEI	Samples
ADS1118IDGST	ACTIVE	VSSOP	DGS	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-2-260C-1 YEAR	-40 to 125	BBEI	Samples
ADS1118IRUGR	ACTIVE	X2QFN	RUG	10	3000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	SDQ	Samples
ADS1118IRUGT	ACTIVE	X2QFN	RUG	10	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	SDQ	Samples

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

ACTIVE: Product device recommended for new designs.

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

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

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

OBSOLETE: TI has discontinued the production of the device.

(2) Eco Plan - The planned eco-friendly classification: Pb-Free (RoHS), Pb-Free (RoHS Exempt), or Green (RoHS & no Sb/Br) - please check <http://www.ti.com/productcontent> for the latest availability information and additional product content details.

TBD: The Pb-Free/Green conversion plan has not been defined.

Pb-Free (RoHS): TI's terms "Lead-Free" or "Pb-Free" mean semiconductor products that are compatible with the current RoHS requirements for all 6 substances, including the requirement that lead not exceed 0.1% by weight in homogeneous materials. Where designed to be soldered at high temperatures, TI Pb-Free products are suitable for use in specified lead-free processes.

Pb-Free (RoHS Exempt): This component has a RoHS exemption for either 1) lead-based flip-chip solder bumps used between the die and package, or 2) lead-based die adhesive used between the die and leadframe. The component is otherwise considered Pb-Free (RoHS compatible) as defined above.

Green (RoHS & no Sb/Br): TI defines "Green" to mean Pb-Free (RoHS compatible), and free of Bromine (Br) and Antimony (Sb) based flame retardants (Br or Sb do not exceed 0.1% by weight in homogeneous material)

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

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

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

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

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

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

TAPE AND REEL INFORMATION


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
ADS1118IDGSR	VSSOP	DGS	10	2500	330.0	12.4	5.3	3.3	1.3	8.0	12.0	Q1
ADS1118IDGST	VSSOP	DGS	10	250	180.0	12.4	5.3	3.3	1.3	8.0	12.0	Q1
ADS1118IRUGR	X2QFN	RUG	10	3000	179.0	8.4	1.75	2.25	0.65	4.0	8.0	Q1
ADS1118IRUGT	X2QFN	RUG	10	250	179.0	8.4	1.75	2.25	0.65	4.0	8.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

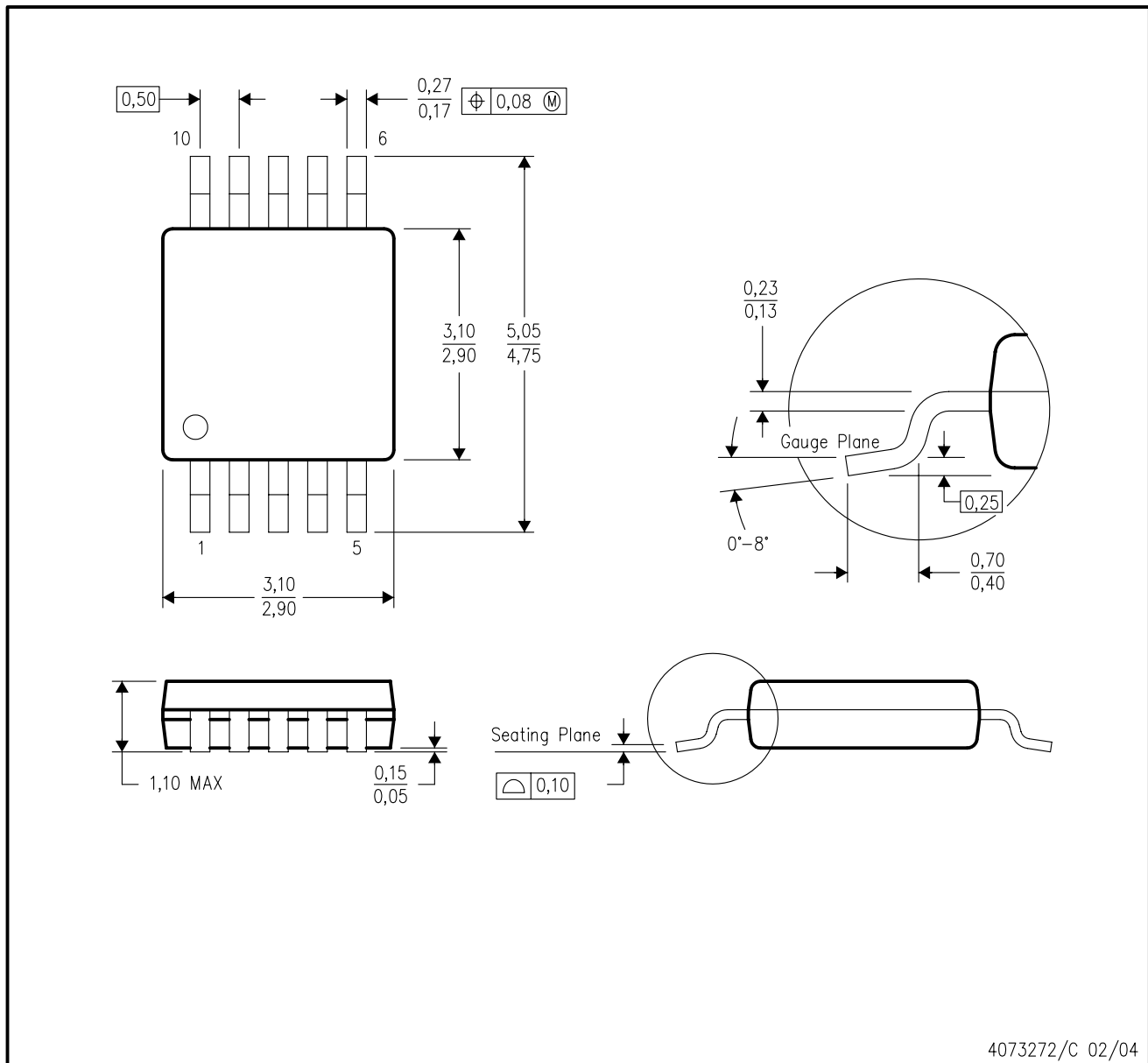


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
ADS1118IDGSR	VSSOP	DGS	10	2500	370.0	355.0	55.0
ADS1118IDGST	VSSOP	DGS	10	250	195.0	200.0	45.0
ADS1118IRUGR	X2QFN	RUG	10	3000	203.0	203.0	35.0
ADS1118IRUGT	X2QFN	RUG	10	250	203.0	203.0	35.0

DGS (S-PDSO-G10)

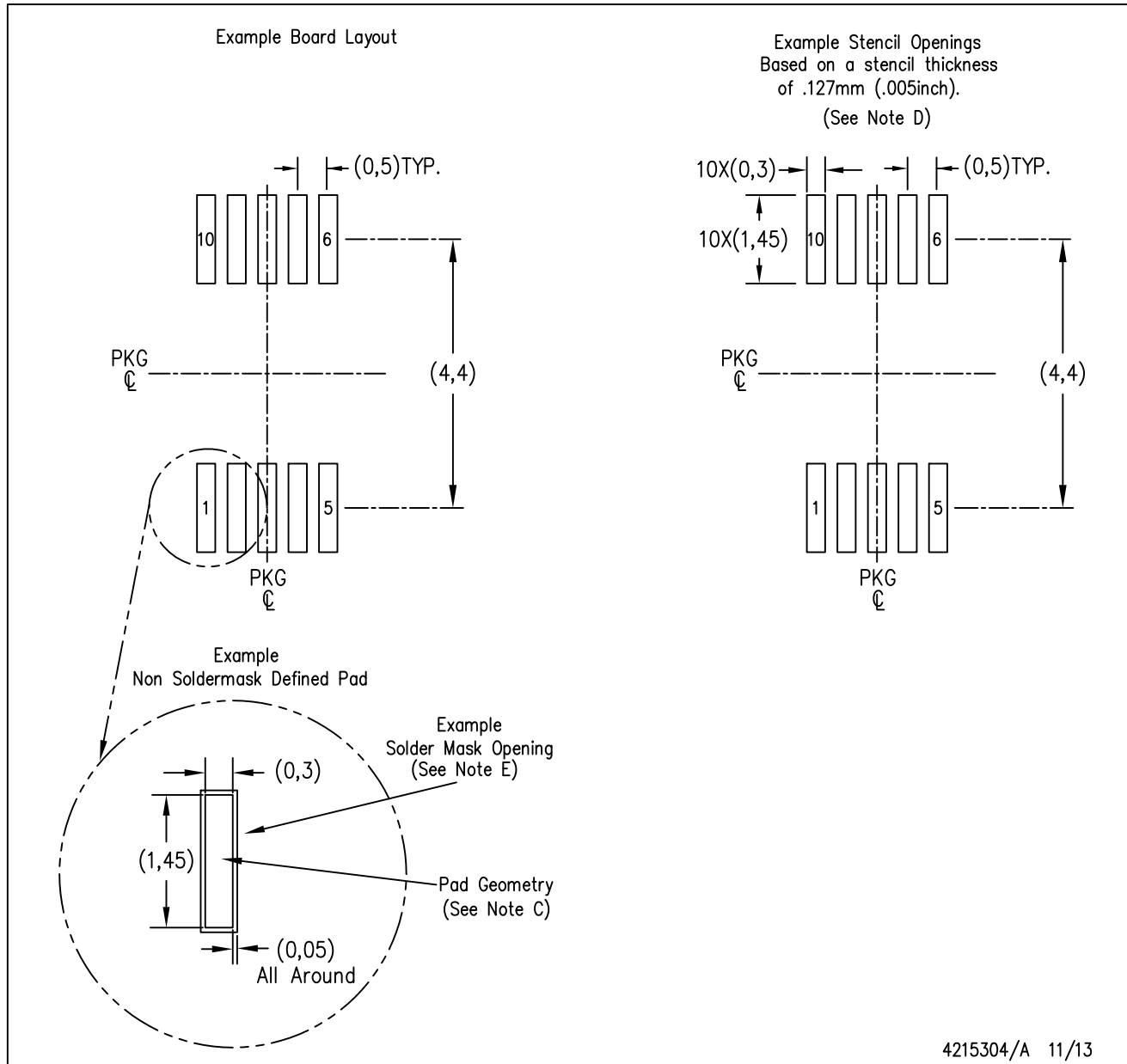
PLASTIC SMALL-OUTLINE PACKAGE



- NOTES:
- All linear dimensions are in millimeters.
 - This drawing is subject to change without notice.
 - Body dimensions do not include mold flash or protrusion.
 - Falls within JEDEC MO-187 variation BA.

DGS (S-PDSO-G10)

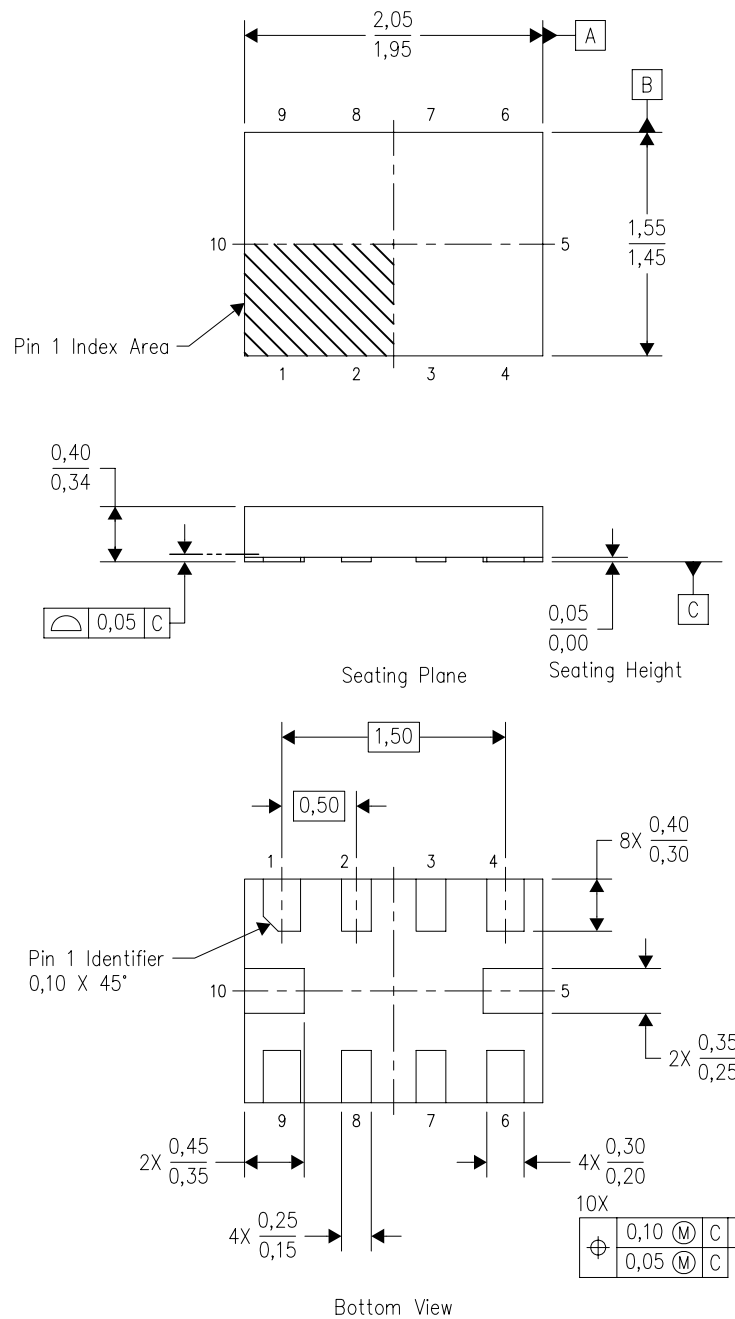
PLASTIC SMALL OUTLINE PACKAGE



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Publication IPC-7351 is recommended for alternate designs.
 - D. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil design recommendations. Refer to IPC-7525 for other stencil recommendations.
 - E. Customers should contact their board fabrication site for solder mask tolerances between and around signal pads.

RUG (R-PQFP-N10)

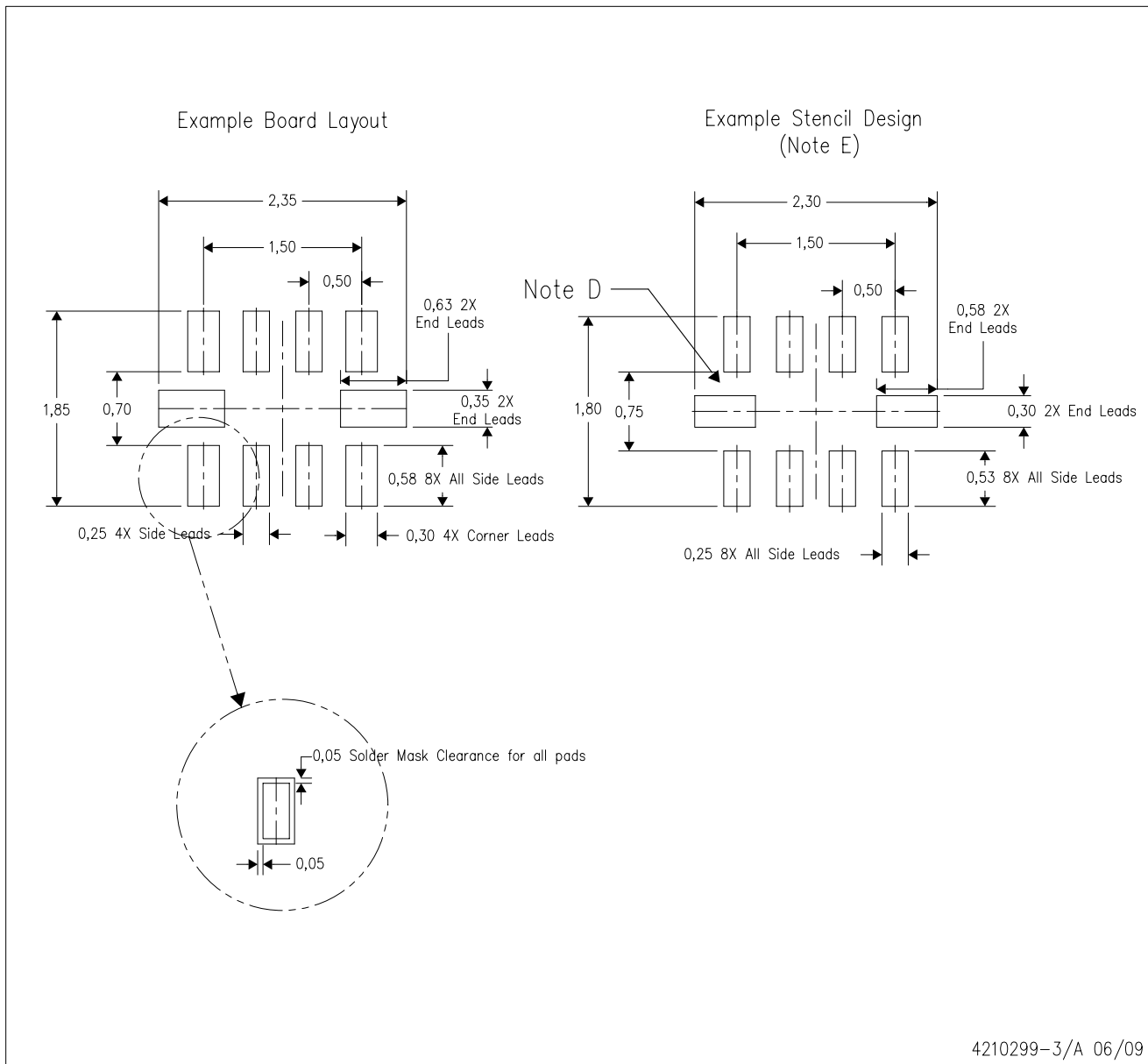
PLASTIC QUAD FLATPACK



4208528-3/B 04/2008

- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M-1994.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. QFN (Quad Flatpack No-Lead) package configuration.
 - D. This package complies to JEDEC MO-288 variation X2EFD.

RUG (R-PQFP-N10)



- NOTES:
- A. All linear dimensions are in millimeters.
 - B. This drawing is subject to change without notice.
 - C. Publication IPC-7351 is recommended for alternate designs.
 - D. Customers should contact their board fabrication site for minimum solder mask web tolerances between signal pads.
 - E. Maximum stencil thickness 0,127 mm (5 mils). All linear dimensions are in millimeters.
 - F. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and also rounding corners will offer better paste release. Customers should contact their board assembly site for stencil design recommendations. Refer to IPC 7525 for stencil design considerations.
 - G. Side aperture dimensions over-print land for acceptable area ratio > 0.66. Customer may reduce side aperture dimensions if stencil manufacturing process allows for sufficient release at smaller opening.

重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为 有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予 的直接或隐含权限作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务 的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它 知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况 下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件 或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用 TI 产品 相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见 故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因 在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特 有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使 用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同 意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独 力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要 求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated