

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

1. 产品描述

LTD2118 是一款接口兼容 SPI 协议的 16 位低功耗高精度模数转换器(ADC)，该器件内部集成了可编程增益放大器(PGA)、低漂移电压基准、振荡器和高精度温度传感器。

LTD2118 数据转换速率最高可达 4kSPS，内部 PGA 可提供从 $\pm 256\text{mV}$ 到 $\pm 6.144\text{V}$ 的输入范围，从而实现精准的小信号和大信号测量；同时 LTD2118 具有一个输入多路复用器(MUX)，可实现双路差分输入或四路单端输入测量，内部高精度温度传感器可用于系统级温度监控或对热电偶进行冷结点补偿。

LTD2118 采用 MSOP-10 封装，且支持宽工作电源电压范围，非常适用于功率受限型和空间受限型传感器测量应用，其额定工作温度范围为 -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$ 。

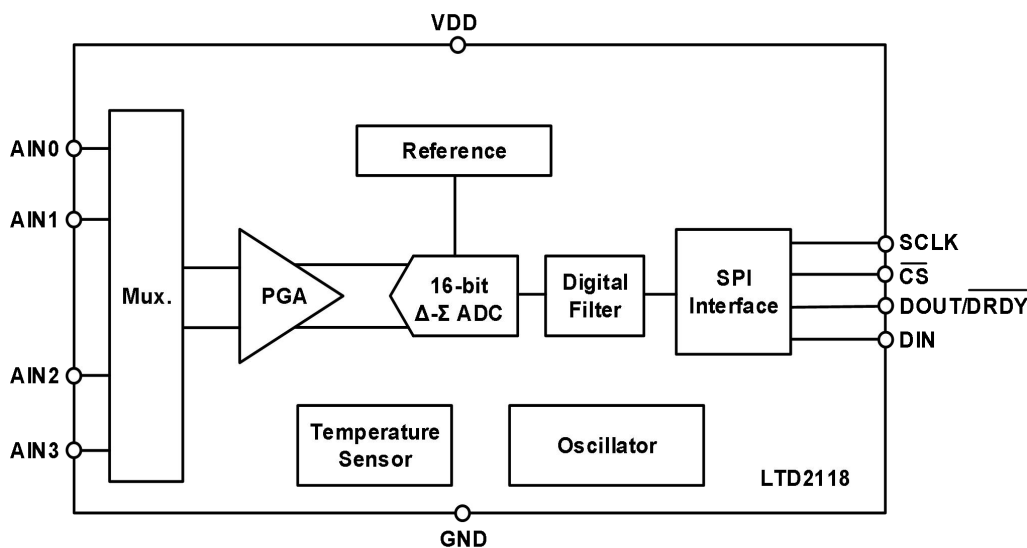
2. 特点与优势

- 宽电源电压：2V 至 5.5V
- 低功耗：150 μA (连续转换模式)
- 可编程数据传输速率：8SPS 至 4kSPS
- 单周期稳定
- 内部低漂移电压基准
- 内部振荡器
- 内部温度传感器
- 四路单端或者两路差分输入
- 工作温度范围： -40°C 至 $+125^{\circ}\text{C}$

3. 应用场景

- 便携式仪表
- 电池电压和电流监控
- 温度测量系统
- 消费类电子产品
- 工厂自动化和过程控制

4. 器件框图



16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

Table of Contents

1. 产品描述	1	11.3.5. 低功耗间歇采样模式	13
2. 特点与优势	1	11.3.6. 校准	13
3. 应用场景	1	11.3.6.1. 偏移和满量程增益寄存器	13
4. 器件框图	1	11.3.6.2. 偏移校准寄存器	13
5. 器件比较	4	11.3.6.3. 满量程校准寄存器	14
6. 订购信息	4	11.4. 编程	14
7. 引脚定义(Top View)	4	11.4.1. SPI 接口	14
8. 性能	5	11.4.2. 片选	14
8.1. 极限值	5	11.4.2.1. 串行时钟	14
8.2. ESD 等级	5	11.4.2.2. 数据输入	14
8.3. 推荐工作条件	5	11.4.3. 数据输出与数据就绪	15
8.4. 电性能	6	11.4.4. 数据格式	15
8.5. 串行接口时序要求	7	11.4.5. 数据读取	16
9. 典型特征	8	11.4.5.1. 32 位模式	16
10. 噪声性能	9	11.4.5.2. 16 位模式	16
11. 特点描述	10	11.4.6. 辅助寄存器读写	17
11.1. 概述	10	11.5. 寄存器映射	18
11.2. 功能描述	10	11.5.1. Address Pointer 寄存器	18
11.2.1. 多路复用器	10	11.5.2. Conversion 寄存器	18
11.2.2. 模拟输入	10	11.5.3. Config 寄存器	18
11.2.3. 满量程范围(FSR)与 LSB 大小	11	11.5.4. OFC 寄存器	20
11.2.4. 基准电压	11	11.5.5. FSC 寄存器	21
11.2.5. 振荡器	11	11.5.6. Turbo 寄存器	21
11.2.6. 输出数据速率与转换时间	12	12. 应用与实现	22
11.2.7. 温度传感器	12	12.1. 应用信息	22
11.2.7.1. 温度转数字码	12	12.1.1. 基本连接	22
11.2.7.2. 数字码转温度	12	12.1.2. GPIO 通信端口	22
11.3. 器件功能模式	13	12.1.3. 模拟输入滤波	22
11.3.1. 复位与上电	13	12.2. 典型应用	23
11.3.2. 工作模式	13	13. 编带和卷轴信息	24
11.3.3. 单次转换模式	13	14. 封装信息	25
11.3.4. 连续转换模式	13	15. 说明	26

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

List of Figures

图 1. 引脚定义	4	图 12. 连续转换模式未读取数据时 DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$ 引脚特性	15
图 2. SPI 接口时序图	7	图 13. 输出码转换曲线	15
图 3. 工作电流与温度的关系	8	图 14. 32 位数据传输帧(配置寄存器回读)	16
图 4. 待机电流与温度的关系	8	图 15. 32 位数据传输帧(DIN 保持低电平)	16
图 5. INL 与输入信号的关系	8	图 16. 16 位数据传输帧	16
图 6. 增益误差直方图(差分输入)	8	图 17. 写辅助寄存器	17
图 7. 偏移误差直方图(差分输入)	8	图 18. 读辅助寄存器	17
图 8. 数字滤波器频率响应	8	图 19. LTD2118 典型连接示例	22
图 9. 模拟输入电路示意图	10	图 20. 混叠效应示意图	23
图 10. 简化模拟输入电路	11	图 21. 双通道热电偶测量系统	23
图 11. S1 与 S2 开关时序	11		

List of Tables

表 1. 不同 FSR 下的噪声 $\mu\text{V}_{\text{RMS}}(\mu\text{V}_{\text{PP}})$	9	表 12. Conversion 寄存器结构	18
表 2. 有效分辨率(无噪声分辨率)	9	表 13. Conversion 寄存器描述	18
表 3. 各 FSR 对应的 LSB	11	表 14. Config 寄存器结构	19
表 4. 14 位温度数据格式	12	表 15. Config 寄存器描述	19
表 5. 偏移校准寄存器	13	表 16. OFC 寄存器结构	20
表 6. 偏移校准寄存器值	14	表 17. OFC 寄存器描述	21
表 7. 满量程校准寄存器	14	表 18. FSC 寄存器结构	21
表 8. 满量程校准寄存器值	14	表 19. FSC 寄存器描述	21
表 9. 输入信号与理想输出码	15	表 20. Turbo 寄存器结构	21
表 10. Address Pointer 寄存器结构	18	表 21. Turbo 寄存器描述	21
表 11. Address Pointer 寄存器描述	18		

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

5. 器件比较

型号	分辨率(Bits)	最大采样速率(SPS)	输入通道数 差分(单端)	增益 PGA	接口	特殊功能
LTD2118	16	4k	2(4)	Yes	SPI	温度传感器
LTD2115	16	4k	2(4)	Yes	I2C	温度传感器

6. 订购信息

器件型号	封装	数量	丝印
LTD2118XV10/R6	MSOP-10	Tape and Reel, 3000	D2118

7. 引脚定义(Top View)

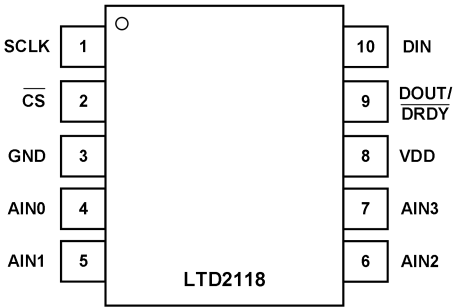


图 1. 引脚定义

名称	LTD2118	TYPE	类型/描述
SCLK	1	Digital input	串行时钟输入
$\overline{\text{CS}}$	2	Digital input	片选：低电平有效。若不使用，可连接至 GND
GND	3	Supply	模拟：地
AIN0	4	Analog input	模拟输入 0
AIN1	5	Analog input	模拟输入 1
AIN2	6	Analog input	模拟输入 2
AIN3	7	Analog input	模拟输入 3
VDD	8	Supply	模拟：电源。VDD 与 GND 之间需并联 0.1 μ F 去耦电容
DOUT/DRDY	9	Digital output	串行数据输出兼数据就绪指示：低电平有效
DIN	10	Digital input	串行数据输入

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

8. 性能

8.1. 极限值

参数	最小值	最大值	单位
电源电压 VDD 与 GND 之间	-0.3	7	V
模拟输入电压(AIN0,AIN1,AIN2,AIN3)	GND-0.3	VDD+0.3	V
数字输入电压(SCLK, CS, DIN,DOUT/DRDY)	GND-0.3	5.5	V
任意引脚输入电流 (连续)	-10	10	mA
工作环境温度 T _A	-40	125	°C
结温 T _J	-40	150	°C
存储温度 T _{stg}	-60	150	°C

注：超过这些极限条件可能导致器件永久损坏。这些仅为应力额定值，不代表推荐工作条件。

8.2. ESD 等级

Parameter	Level	UNIT
Human body model (HBM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-001,	±6000	V
Charged device model (CDM), per ANSI/ESDA/JEDEC JS-002	±1000	V

8.3. 推荐工作条件

类别/参数	说明	最小值	典型值	最大值	单位
电源	电源电压(VDD 到 GND)	2		5.5	V
模拟输入	满量程输入电压范围(VIN=V _{AINP} -V _{AINN})	±0.256		±6.144 ⁽¹⁾	V
模拟输入	绝对输入电压范围(AINx)	GND		VDD	V
数字输入	数字输入电压 V _{DIG}	GND		5.5	V
温度	工作环境温度 T _A	-40		125	°C

(1) 此参数表示 ADC 的满量程范围，模拟输入不应超过 VDD+0.3V。

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

8.4. 电性能

测试条件: VDD =3.3V、数据速率=8SPS、满量程输入电压范围(FSR) = $\pm 2.048V$ (除非另有说明); 最大和最小工作温度范围为 $-40^{\circ}C$ 至 $+125^{\circ}C$; 典型工作温度为 $25^{\circ}C$, 电性能最大值和最小值在 $-40^{\circ}C$ 到 $+125^{\circ}C$ 温度范围内测得, 典型值在室温下测得(除非另有说明)。

参数类别	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= $\pm 6.144V^{(1)}$		12.3		M Ω
	FSR= $\pm 4.096V^{(1)}$		7.0		
	FSR= $\pm 2.048V$		1.432		
	FSR= $\pm 1.024V$		1.02		
	FSR= $\pm 0.512V$, $\pm 0.256V$		0.69		
差分输入阻抗	FSR= $\pm 6.144V^{(1)}$		18.9		M Ω
	FSR= $\pm 4.096V^{(1)}$		11.9		
	FSR= $\pm 2.048V$		3.1		
	FSR= $\pm 1.024V$		1.6		
	FSR= $\pm 0.512V$, $\pm 0.256V$		892		k Ω
系统性能					
无遗漏码的分辨率		16			Bits
数据速率 DR		8,16,32,64,128,250,475,860,2k,4k			SPS
数据速率变化范围	所有速率	-10		10	%
积分非线性 INL	DR=8SPS, FSR= $\pm 2.048V^{(2)}$			1	LSB
偏移误差	FSR= $\pm 2.048V$, 差分输入			3	LSB
	FSR= $\pm 2.048V$, 单端输入		± 3		LSB
偏移随温度变化	FSR= $\pm 2.048V$		0.005		LSB/ $^{\circ}C$
电源变化引起的偏移	FSR= $\pm 2.048V$, 电源变化		1		LSB/V
通道匹配偏移	任意两个输入通道		3		LSB
增益误差	FSR= $\pm 2.048V$, $T_A=25^{\circ}C$		0.025%	0.41%	
增益温漂	FSR= $\pm 0.256V$		8	30	ppm/ $^{\circ}C$
	FSR= $\pm 2.048V$		5	20	
	FSR= $\pm 6.144V^{(1)}$		5	30	
电源变化引起的增益误差			80		ppm/V
增益匹配误差	任意两个增益设置		0.04%		%
通道增益匹配误差	任意两个通道		0.08%		%
共模抑制比	DC, FSR= $\pm 0.256V$		105		dB
	DC, FSR= $\pm 2.048V$		105		dB
	DC, FSR= $\pm 6.144V^{(1)}$		105		dB
	$f_{CM}=60Hz$, DR=128SPS		87		dB
	$f_{CM}=50Hz$, DR=128SPS		87		dB
温度传感器					
温度范围		-40		125	$^{\circ}C$
温度分辨率			0.03125		$^{\circ}C/LSB$
精度	$T_A=0^{\circ}C\sim 70^{\circ}C$		1		$^{\circ}C$
	$T_A=-40^{\circ}C\sim 125^{\circ}C$		2		$^{\circ}C$
数字输入输出					

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

参数类别	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
高电平输入电压 V_{IH}		0.7VDD		5.5	V
低电平输入电压 V_{IL}		GND		0.3VDD	V
低电平输出电压 V_{OL}	$I_{OL}=3mA$	GND	0.15	0.4	V
输入漏电流	$GND < V_{DIG} < VDD$	-10		10	μA
电源					
电流	Power-down	$T_A=25^{\circ}C$	0.6	1.23	μA
		ALL-temperature		17.2	
	工作模式	$T_A=25^{\circ}C$	150		
		ALL-temperature		189	
功耗		VDD=5.0V	0.88		mW
		VDD=3.3V	0.48		
		VDD=2.0V	0.22		

(1) 输入信号幅度不能超过 $VDD+0.3V$ 。

(2) 采用 Best-fit INL。

8.5. 串行接口时序要求

适用于工作环境温度范围，且 VDD 在 2.0V 至 5.5V 之间（除非另有说明）。

参数	说明	最小值	最大值	单位
t_{CSSC}	延迟时间： $\overline{CS}$ 下降沿到第一个 SCLK 上升沿延迟时间 ⁽¹⁾	100		ns
t_{SCCS}	延迟时间：最后一个 SCLK 下降沿到 $\overline{CS}$ 上升沿延迟时间	100		ns
t_{CSH}	$\overline{CS}$ 高电平脉宽	200		ns
t_{SCLK}	SCLK 周期	250		ns
t_{SPWH}	SCLK 高电平脉宽	100		ns
t_{SPWL}	SCLK 低电平脉宽 ⁽²⁾	100		ns
			28	ms
t_{DIST}	建立时间：DIN 在 SCLK 下降沿前保持稳定时间	50		ns
t_{DIHD}	保持时间：DIN 在 SCLK 下降沿后保持稳定时间	50		ns
t_{DOHD}	保持时间：SCLK 上升沿至无效 DOUT 保持时间	0		ns
t_{CSDOD}	传播延迟时间： $\overline{CS}$ 下降沿到 DOUT 切换到有效驱动输出延迟时间 ⁽³⁾		100	ns
t_{DOPD}	传播延迟时间：SCLK 上升沿到下一有效新 DOUT 延迟时间 ⁽³⁾	0	50	ns
t_{CSDOZ}	传播延迟时间： $\overline{CS}$ 上升沿到 DOUT 高阻抗状态延迟时间 ⁽³⁾		100	ns

(1) 若串行总线末与其他设备共享，可将 $\overline{CS}$ 信号永久保持低电平。

(2) 将 SCLK 保持低电平时间超过 28 毫秒会重置/复位 SPI 接口。

(3) 测试条件 DOUT load = 20 pF || 100 k Ω to GND。

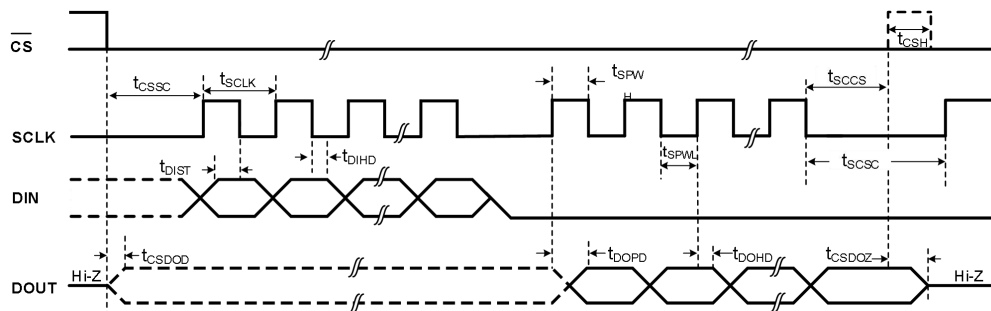


图 2. SPI 接口时序图

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

9. 典型特征

$T_A=25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD}=3.3\text{V}$, $\text{FSR}=\pm 2.048\text{V}$, $\text{DR}=8\text{SPS}$ (除非另有说明)。

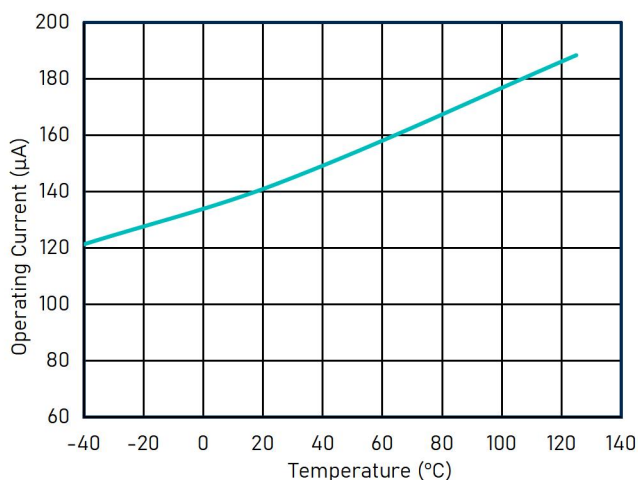


图 3. 工作电流与温度的关系

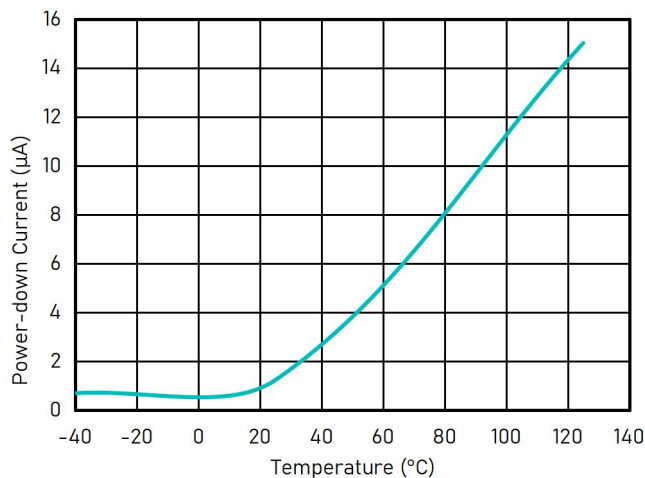


图 4. 待机电流与温度的关系

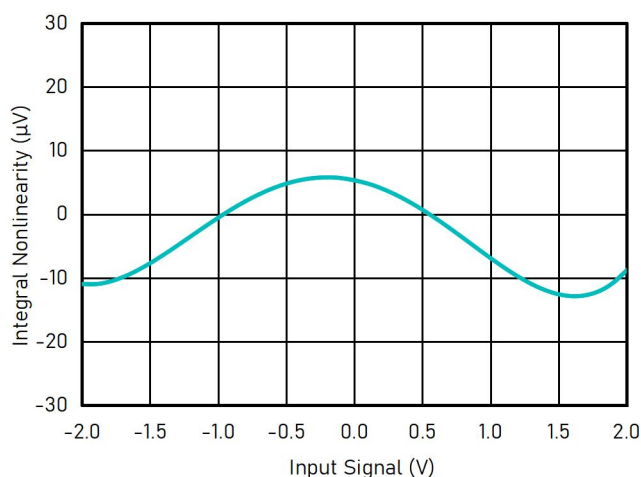


图 5. INL 与输入信号的关系

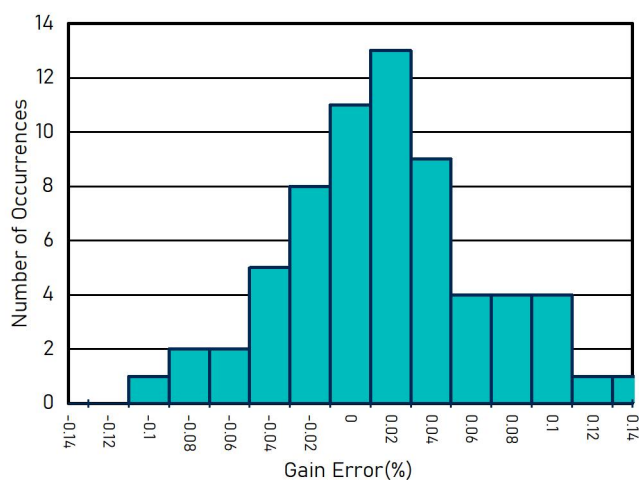


图 6. 增益误差直方图(差分输入)

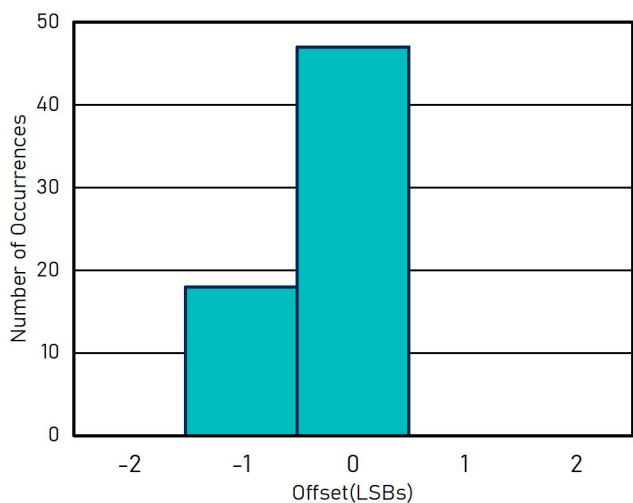


图 7. 偏移误差直方图(差分输入)

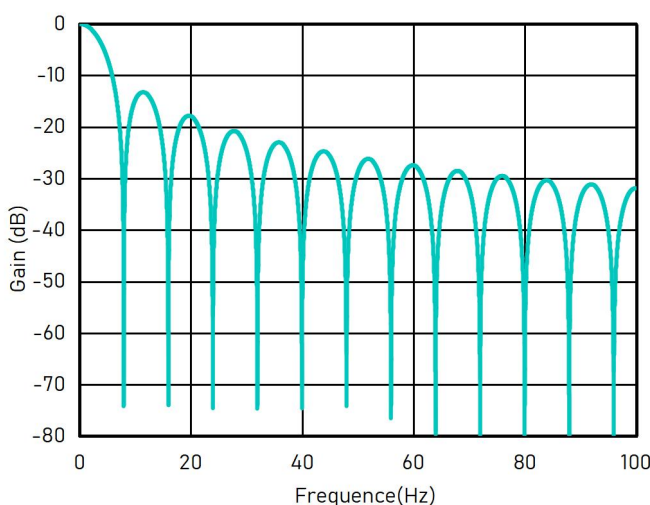


图 8. 数字滤波器频率响应

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

10. 噪声性能

$\Delta\Sigma$ (Delta-Sigma)型模数转换器(ADC)的基本原理是过采样。 $\Delta\Sigma$ ADC 的输入信号以很高的调制器频率采样,随后在数字域中进行滤波与抽取(decimate),最终以所设定的输出数据速率(Data Rate)得到一次转换结果。调制器频率与输出数据速率之比称为过采样比(Oversampling Ratio, OSR)。通过增大 OSR、降低输出数据速率,可以优化 ADC 的噪声性能。换言之,当降低输出数据速率时,输入参考的均方根噪声(RMS Noise)会下降,因为调制器的更多采样被平均到同一次转换。增大增益同样能够降低输入参考噪声,对测量微小低电平信号尤其有利。

表 1 和表 2 总结了 LTD2118 的噪声性能数据,测试条件为 $T_A=25^{\circ}\text{C}$,所有输入短接在一起。其中:

表 1 给出了在不同满量程范围(FSR)下的输入参考噪声,单位为 μV_{RMS} (括号内为 μV_{PP});

表 2 根据公式(1)由 μV_{RMS} 计算得到有效分辨率,并在括号中给出了根据公式(2)由 μV_{PP} 噪声计算的无噪声分辨率。

$$\text{有效分辨率} = \ln(\text{FSR}/V_{\text{RMS,Noise}})/\ln(2) \quad (1)$$

$$\text{无噪声分辨率} = \ln(\text{FSR}/V_{\text{PP,Noise}})/\ln(2) \quad (2)$$

表 1.不同 FSR 下的噪声 $\mu\text{V}_{\text{RMS}}(\mu\text{V}_{\text{PP}})$

DATARATE (SPS)	$\pm 6.144 \text{ V}$	$\pm 4.096 \text{ V}$	$\pm 2.048 \text{ V}$	$\pm 1.024 \text{ V}$	$\pm 0.512 \text{ V}$	$\pm 0.256 \text{ V}$
8	187.5(187.5)	125(125)	62.5(62.5)	31.25(31.25)	15.625(15.625)	7.81(7.81)
16	187.5(187.5)	125(125)	62.5(62.5)	31.25(31.25)	15.625(15.625)	7.81(7.81)
32	187.5(187.5)	125(125)	62.5(62.5)	31.25(31.25)	15.625(15.625)	7.81(7.81)
64	187.5(187.5)	125(125)	62.5(62.5)	31.25(31.25)	15.625(15.625)	7.81(7.81)
128	187.5(187.5)	125(125)	62.5(62.5)	31.25(31.25)	15.625(15.625)	7.81(15.625)
250	187.5(375)	125(125)	62.5(62.5)	31.25(62.5)	15.625(31.25)	7.81(23.43)
475	187.5(750)	125(375)	62.5(125)	31.25(93.75)	15.625(46.875)	7.81(39.06)
860	187.5(937.5)	125(375)	62.5(250)	31.25(125)	15.625(62.5)	7.81(62.5)
2000	375(1500)	125(750)	62.5(375)	31.25(187.5)	15.625(125)	15.625(125)
4000	375(1875)	250(875)	125(437.5)	62.5(218.5)	31.25(125)	31.25(125)

表 2.有效分辨率(无噪声分辨率)

DATARATE (SPS)	$\pm 6.144 \text{ V}$	$\pm 4.096 \text{ V}$	$\pm 2.048 \text{ V}$	$\pm 1.024 \text{ V}$	$\pm 0.512 \text{ V}$	$\pm 0.256 \text{ V}$
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(15)	16(16)	16(15)
250	16(15)	16(16)	16(16)	16(15)	16(15)	16(14.42)
475	16(14)	16(14.42)	16(15)	16(14.42)	16(14.42)	16(13.68)
860	16(13.68)	16(14.42)	16(14)	16(14)	16(14)	16(13)
2000	15(13)	16(13.42)	16(13.42)	16(13.42)	16(13)	15(12)
4000	15(12.68)	15(13.19)	15(13.19)	15(13.19)	15(13)	14(12)

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

11. 特点描述

11.1. 概述

LTD2118 是一款接口兼容 SPI 协议的小型(MSOP-10)、低功耗及高精度的 16 位 $\Delta\Sigma$ (Delta-Sigma)模数转换器(ADC)。器件内部集成 $\Delta\Sigma$ ADC 核心、可编程增益放大器(PGA)、内部基准电压源、片上振荡器以及高精度温度传感器。

LTD2118 测量差分信号 VIN，即 V_{AINP} 与 V_{AINN} 之间的电压差。转换器由差分开关电容 $\Delta\Sigma$ 调制器和数字滤波器组成，该架构可对共模信号实现极高的抑制。输入信号与内部基准电压进行比较，数字滤波器接收来自调制器的高速比特流，并输出与输入电压成比例的数字码。

LTD2118 支持两种转换模式：单次转换(single-shot)模式和连续转换(continuous-conversion)模式。在单次转换模式下，ADC 在收到启动指令后仅对输入信号进行一次转换，将结果存入内部转换寄存器，随后进入待机状态。该模式适用于只需周期性转换或转换间隔较长的低功耗应用。在连续转换模式下，ADC 会在上一次转换完成后自动启动下一次转换；连续转换速率等于所设定的数据速率。任何时刻读取数据寄存器都会获得最近一次完成的转换结果。

11.2. 功能描述

11.2.1. 多路复用器

LTD2118 内置输入多路复用器(MUX)，如图 9 所示。该 MUX 可测量四路单端或两路差分输入信号；此外，AIN0 与 AIN1 也可分别与 AIN3 组成差分对。MUX 的通道选择由 Config 寄存器中的 MUX[2:0]位设置。当执行单端测量时，ADC 的负输入端可通过多路复用器内部开关自动接地。

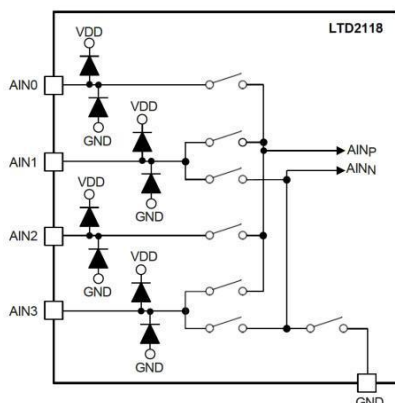


图 9. 模拟输入电路示意图

在测量单端输入信号时，该器件不会输出负转换码。负转换码仅对应差分输入为负的状态，即 $V_{AINP} - V_{AINN} < 0$ 。连接到 VDD 和 GND 的静电放电(ESD)二极管可保护 LTD2118 模拟输入端。为避免 ESD 二极管导通，应确保任一输入电压满足式公式(3)：

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

若输入电压可能超出上述范围，请在输入端外接肖特基二极管并串联限流电阻，以将输入电流限制在安全值内(参见“极限值”表)。

11.2.2. 模拟输入

LTD2118 采用开关电容输入级，电容器持续充放电以测量 AINP 与 AINN 之间的电压。输入信号被采样的频率称为采样频率，亦即调制器频率 f_{MOD} 。LTD2118 内部 1 MHz 振荡器经四分频后得到 $f_{MOD} = 250\text{ kHz}$ 。由于电容值较小，从外部看来，其平均负载呈电阻性。图 10 给出了输入级结构，图 11 给出了 S_1 、 S_2 开关时序。采样相位内，开关 S_1 闭合，使 C_{A1} 充至 (V_{AINP}) ， C_{A2} 充至 (V_{AINN}) ，同时 C_B 充至差分电压 $(V_{AINP} - V_{AINN})$ 。放电相位中，先断开 S_1 ，随后闭合 S_2 ， C_{A1} 与 C_{A2} 放电至约 0.7 V， C_B 放电至 0 V。此充放电循环在 f_{MOD} 速率下产生平均电流，可用来计算等效输入阻抗 Z_{eff} ，其中 $Z_{eff} = V_{IN} / I_{AVERAGE}$ 。

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

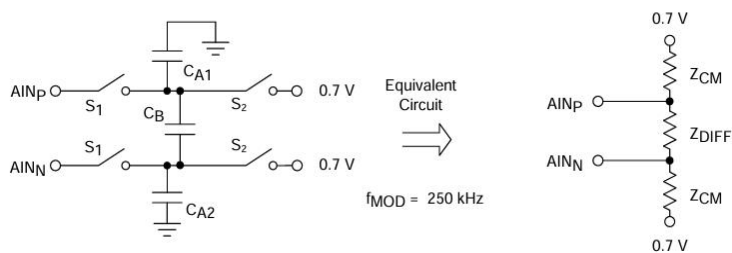


图 10. 简化模拟输入电路

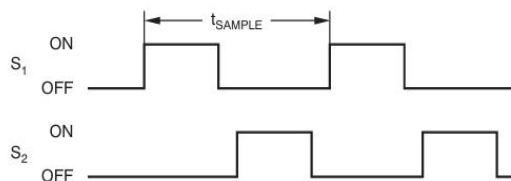


图 11. S1 与 S2 开关时序

对短接的 A_{INP} 、 A_{INN} 施加共模信号并测量引脚平均电流，可得到共模输入阻抗 Z_{CM} 。典型值随满量程范围而变，默认 FSR 下约为 $1.4M\Omega$ 。

差分输入阻抗 Z_{DIFF} 则通过在 A_{INP} 和 A_{INN} 之间施加差分信号、并将其中一个引脚固定在 $0.7V$ 来测量流经该引脚的电流。 Z_{DIFF} 与满量程范围成比例。

输入阻抗的典型值应被纳入精度考量。若信号源阻抗较高，可能需要缓冲器件，有源缓冲会带来噪声、失调及增益误差，需在高精度应用中予以评估。此外，时钟振荡器频率随温度轻微漂移，因此输入阻抗也随之漂移，在大多数应用中该漂移可忽略。

11.2.3. 满量程范围(FSR)与 LSB 大小

LTD2118 在 $\Delta\Sigma$ ADC 之前集成了可编程增益放大器(PGA)，可通过 Config 寄存器中的 PGA[2:0] 位设置满量程范围，支持 $\pm 6.144V$ 、 $\pm 4.096V$ 、 $\pm 2.048V$ 、 $\pm 1.024V$ 及 $\pm 0.256V$ 。

表 3 给出了各 FSR(例如 FSR= $\pm 6.144V$ 时，公式中的 FSR 取值为 $6.144V$)对应的 LSB 大小，LSB 的计算公式如下：

$$LSB = FSR/2^{15}$$

表 3. 各 FSR 对应的 LSB

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

(1) 此值表示 ADC 缩放前的满量程范围，请勿向模拟输入施加超过 $VDD+0.3V$ 的电压。

模拟输入电压不得超出“极限值”表中的限值。若 VDD 大于 $4V$ ，可使用 $\pm 6.144V$ 满量程以扩展输入范围；当 $VDD=3.3V$ 且设置 FSR= $\pm 4.096V$ 时，ADC 码只能覆盖 $|VIN| \leq 3.3V$ ，超出部分将被截断。

11.2.4. 基准电压

LTD2118 集成片内基准，无法外接参考电压，其初始精度与温漂已包含在电气特性表中的增益与失调规格里。

11.2.5. 振荡器

LTD2118 内部集成 $1MHz$ 振荡器，无需外接时钟即可工作。其频率随温度与时间轻微漂移，输出数据速率与振荡器频率成比例变化。

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

11.2.6. 输出数据速率与转换时间

LTD2118 允许通过设置 Config 寄存器的 DR[2:0]位与 Turbo 寄存器的 DR4 位选择 8SPS 至 4kSPS 共十种输出速率。在单次转换模式下，转换时间等于 1/DR。

11.2.7. 温度传感器

LTD2118 内部集成了精密的温度传感器。通过将 Config 寄存器中 TS_MODE 位设置为 1b 来启用温度测量模式。启用温度测量模式后，芯片内部将自动切换 FSR 到 $\pm 0.256V$ ，数据速率受 Config 寄存器 DR[2:0]位和 Turbo 寄存器 DR4 位控制。

温度转换数据有效位数为 14 位，在 16 位转换结果中保持左对齐，串行输出采用最高有效字节(MSB)优先模式。读取双字节转换数据时，仅前 14 位用于表征温度测量结果，最高位为符号位，后两位无效，负数以二进制补码格式表示。14 位温度转换数据的 1 LSB 等于 $0.03125^{\circ}C$ ，详情请参考下表 4。

表 4.14 位温度数据格式

温度($^{\circ}C$)	输出码(BINARY) ⁽¹⁾	HEX
128	01000000000000	1000
127.96875	00111111111111	0FFF
100	00110010000000	0C80
75	00100101100000	0960
50	00011001000000	0640
25	00001100100000	0320
0.25	00000000001000	0008
0.03125	00000000000001	0001
0	00000000000000	0000
-0.25	11111111111000	3FF8
-25	11110011100000	3CE0
-40	11101100000000	3B00

(1) 输出码值的高 14bits，后两位无效，最高位为符号位，负数以二进制补码格式表示

11.2.7.1. 温度转数字码

正温度值时：

正温度值时无需补码，只需将数字转换为 14 位左对齐格式的二进制码值(高 14bits)，其中 MSB=0 表示正号。

例如： $50^{\circ}C / (0.03125^{\circ}C/count) = 1600 = 0640h = 00\ 0110\ 0100\ 0000b$

负温度值时：

通过将温度绝对值的二进制数取反后加 1 来生成负数的二进制补码(高 14bits)，然后用 MSB=1 表示负号。

例如： $|-25^{\circ}C| / (0.03125^{\circ}C/count) = 800 = 0320h = 00\ 0011\ 0010\ 0000b$

二进制补码形式： $00\ 0011\ 0010\ 0000b \rightarrow 11\ 1100\ 1101\ 1111b + 1b = 11\ 1100\ 1110\ 0000b = 3CE0h$

11.2.7.2. 数字码转温度

要从数字码(右移两位后码值，低 14bits)转换为温度，请首先检查 MSB(符号位)是 0 还是 1：

如果 MSB=0b，表示结果是正数，只需将十进制码乘以 $0.03125^{\circ}C$ 即可得到结果：

如果 MSB=1b，表示结果是负数，需先将数字码值取反后加 1，再将对应的十进制码乘以 $-0.03125^{\circ}C$ 即可得到结果。

例如：器件读回 0960h：0960h = 00 1001 0110 0000b，MSB = 0(正数)

十进制码乘以 $0.03125^{\circ}C$ ： $0960h \times 0.03125^{\circ}C = 2400 \times 0.03125^{\circ}C = 75^{\circ}C$

例如：器件读回 3CE0h：3CE0h = 11 1100 1110 0000b，MSB = 1(负数)

对应码值取反后加 1：3CE0h = 11 1100 1110 0000b $\rightarrow$ 00 0011 0001 1111b + 1b = 00 0011 0010 0000b = 0320h

十进制码乘以 $-0.03125^{\circ}C$ ： $0320h \times (-0.03125^{\circ}C) = 800 \times (-0.03125^{\circ}C) = -25^{\circ}C$

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

11.3. 器件功能模式

11.3.1. 复位与上电

LTD2118 在上电时自动复位，并将 **Config** 寄存器设为默认值。复位过程结束后，器件进入待机状态，此时设备接口及数字模块均处于激活状态，但不会执行任何数据转换。该初始复位/待机状态可有效降低系统在上电电源稳定过程中的浪涌冲击。

11.3.2. 工作模式

LTD2118 支持两种工作模式：连续转换模式与单次转换模式，由配置寄存器(**Config**)中的 **MODE** 位选择。

11.3.3. 单次转换模式

当配置寄存器中的 **MODE** 位设置为 **1b** 时，LTD2118 会进入掉电状态(待机模式)，并以单次采样模式运行。这种掉电状态是设备首次通电时的默认状态，即使处于掉电状态，设备仍能响应指令。LTD2118 将保持此掉电状态，直至配置寄存器中的操作状态位(**OS**)被写入 **1b**。

当 **OS** 位被激活时(写入 **1b**)，设备将会在约 **25μs** 内重新通电、自动将 **OS** 位重置为 **0b** 并启动单次数据转换；待转换数据准备就绪，设备将再次掉电。在转换过程中向 **OS** 位写入 **1b** 不会产生任何影响。

若需切换至连续转换模式，需将配置寄存器中的 **MODE** 位写入 **0b**。

11.3.4. 连续转换模式

在连续转换模式下(配置寄存器中的 **MODE** 位设置为 **0b**)，LTD2118 会持续执行数据转换。每次转换完成后，会将结果存在 **Conversion** 寄存器中，随后立即开始下一次转换。当写入新的配置时，当前转换先用旧配置完成转换，然后再按新配置继续连续转换。要返回单次模式，可将 **MODE** 位写 **1b** 或复位器件。

11.3.5. 低功耗间歇采样模式

$\Delta\Sigma$ 模数转换器的噪声性能通常会随输出数据速率降低而提升，因为此时的输出结果是内部调制器通过更多次采样值进行平均所生成。在功耗至关重要的应用场景中，低数据速率下的优异噪声性能可能并非必需。针对此类应用，LTD2118 支持间歇采样模式，即通过以较低的等效输出速率周期性的触发高速率采样的方式，实现显著的功耗降低。

例如，当 LTD2118 处于掉电状态且数据转换速率设置为 **860 SPS** 时，微控制器可设置其每 **125 毫秒** 执行一次单次转换(即 **8 SPS**)。每次(**860 SPS**)转换仅需约 **1.2 毫秒**，此时 LTD2118 将在剩余的 **123.8 毫秒** 内进入掉电状态。在此配置下，其功耗约为连续转换模式下的 **1%**。间歇采样率完全由主控制器自主设定，LTD2118 还提供了不启用间歇采样模式的低数据转换速率档位，可在有需要时实现更优的噪声性能。

11.3.6. 校准

11.3.6.1. 偏移和满量程增益寄存器

使用偏移和满量程增益寄存器分别校正偏移误差及满量程误差。在将输出数据乘以满量程寄存器之前，需先减去偏移校准寄存器的值，然后除以 **4000h**。校准完成后，最终输出数据将被限制为 **16 位** 范围。

11.3.6.2. 偏移校准寄存器

偏移校准寄存器由一个 **16 位** 寄存器组成，如表 5 所示。转换结果中会减去偏移值。该偏移值以二进制补码格式表示，其最大正值为 **7FFFh**，最大负值为 **8000h**。当寄存器值为 **0000h** 时，不进行偏移校正。尽管偏移校准寄存器提供了广泛的偏移值选择范围，但校准后的输入信号不得超过预校准范围的 $\pm 106\%$ ；否则，ADC 将超出其工作范围。表 6 列出了偏移校准寄存器的示例值。

表 5. 偏移校准寄存器

寄存器	地址	位															
OFC	04h	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

表 6. 偏移校准寄存器值

寄存器值	理想输出值
0001h	FFFFh
0000h	0000h
FFFFh	0001h

11.3.6.3. 满量程校准寄存器

满量程校准寄存器是一个 16 位寄存器组成，如表 7 所示。满量程校准值采用二进制格式，归一化值为 4000h 的单位增益因子。表 8 列出了所选增益因子的寄存器值。大于归一化值的增益误差通过使用小于 4000h 的满量程值来校正。尽管满量程寄存器提供了广泛的可能值，但校准后的输入信号不得超过预校准输入范围的 $\pm 106\%$ ，否则 ADC 将超出其工作范围。

表 7. 满量程校准寄存器

寄存器	地址	位															
FSC	05h	D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

表 8. 满量程校准寄存器值

寄存器值	增益系数
4333h	1.05
4000h	1.00
3CCCh	0.95

11.4. 编程

11.4.1. SPI 接口

该器件串行接口兼容 SPI 协议，可采用四线模式($\overline{CS}$ 、SCLK、DIN 和 DOUT/ $\overline{DRDY}$)，也可采用三线模式(此时 $\overline{CS}$ 信号保持低电平，可直接接 GND)。该接口用于读取转换数据、对寄存器进行读写操作以及控制器件运行状态。

11.4.2. 片选

芯片片选引脚($\overline{CS}$)用于选择 LTD2118 器件以发起 SPI 通信，该特性在多器件共享串行总线应用场景下十分实用。串行通信全周期内需保持 $\overline{CS}$ 为低电平；当 $\overline{CS}$ 拉高后，串行接口将被复位，此时 SCLK 信号被忽略，DOUT/ $\overline{DRDY}$ 引脚进入高阻态，且无法输出数据就绪标识。当串行总线挂多器件且需实时监测 DOUT/ $\overline{DRDY}$ 时，可周期性拉低 $\overline{CS}$ ，此时 DOUT/ $\overline{DRDY}$ 引脚将立即输出高电平表示无新转换数据，或立即输出低电平表示转换寄存器内已有可传输的新数据。此时可随时传输新数据而无需担心数据损坏。传输启动瞬间，当前数据将被锁存于输出移位寄存器中，直至通信完成前不会发生更新，从硬件机制层面彻底规避了数据损坏的可能性。

11.4.2.1. 串行时钟

串行时钟引脚(SCLK)内置施密特触发输入级，为 DIN 与 DOUT/ $\overline{DRDY}$ 端口提供同步移位时钟，实现双向数据的串行收发。尽管该输入端口自带滞回抗扰特性，仍需尽可能保证 SCLK 信号纯净，避免毛刺误触发导致串行数据移位错位。若 SCLK 持续保持低电平 28ms，串行接口将自动复位，后续首个 SCLK 上升沿将启动新的通信周期，该超时复位自恢复功能可在串行传输意外中断时自动恢复通信。当串行接口处于空闲状态时，也需将 SCLK 保持低电平。

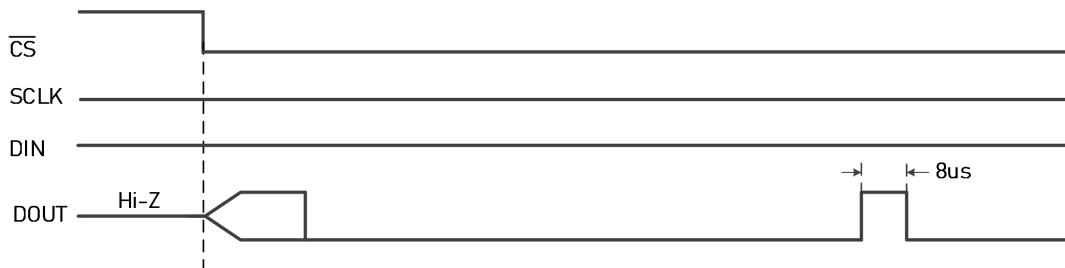
11.4.2.2. 数据输入

数据输入引脚(DIN)需与 SCLK 配合使用，将数据发送至 LTD2118。该器件会在 SCLK 下降沿时锁存 DIN 上的数据。LTD2118 全程不会对 DIN 引脚进行输出驱动操作。

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

11.4.3. 数据输出与数据就绪

数据输出与数据就绪引脚(DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$)与 SCLK 配合,用于从 LTD2118 读取转换数据和寄存器数据。DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$ 上的数据在 SCLK 上升沿完成移位输出;该引脚也可用于指示转换已完成且新数据就绪。当新数据准备就绪时,该引脚自动拉低,可直接触发微控制器启动数据读取操作。在连续转换模式下,若未读取器件内已就绪数据,则 DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$ 会在下一次数据就绪信号(引脚拉低)到来前 8us 重新置高,此时序如图 12 所示,需在 DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$ 返回高电平前完成整帧数据传输。



(1)若LTD2118未与其他设备共享串行总线,则CS信号可保持低电平。当CS为低电平时,DOUT/DRDY信号也会转为低电平,表明有新数据可用。

图 12. 连续转换模式未读取数据时 DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$ 引脚特性

当片选信号 $\overline{\text{CS}}$ 处于高电平时, DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$ 引脚默认内部弱上拉。该硬件特性可有效避免 DOUT/ $\overline{\text{DRDY}}$ 引脚电压悬浮于电源轨中点附近,进而导致主控端口产生异常漏电的风险。若需禁用该内部弱上拉并将该引脚置为纯高阻态,只需将配置寄存器的 PULL_UP_EN 位设置为 0b 即可。

11.4.4. 数据格式

LTD2118 以 16 位二进制补码格式输出转换结果。正满量程(+FS)输入对应输出码 7FFFh,负满量程(-FS)输入对应输出码 8000h。超过满量程的输入会被钳位至这两个码值。表 9 总结了不同输入信号的理想输出码,图 13 给出了输入电压与输出码的阶梯关系。

表 9.输入信号与理想输出码

输入信号 $V_{\text{IN}}=(V_{\text{AINP}}-V_{\text{AINN}})$	理想输出码 ⁽¹⁾
$\geq +\text{FS} \cdot (2^{15}-1)/2^{15}$	7FFFh
$+\text{FS}/2^{15}$	0001h
0	0000h
$-\text{FS}/2^{15}$	FFFFh
$\leq -\text{FS}$	8000h

(1) 不包含噪声、积分/微分非线性、失调及增益误差影响。

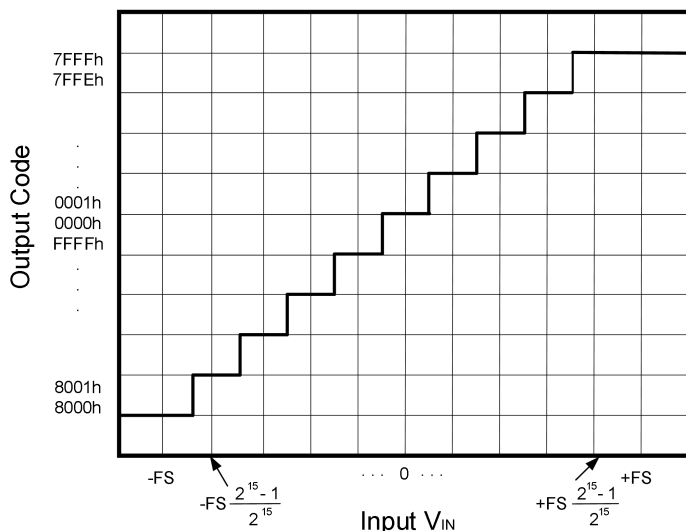


图 13. 输出码转换曲线

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

11.4.5. 数据读取

单次转换与连续转换模式下，LTD2118 的读写主寄存器操作逻辑完全一致，无需额外发送专用指令。器件的工作模式由配置寄存器的 **MODE** 位直接选择控制：

将 **MODE** 位置 **0b**：器件进入连续转换模式，此时即便 $\overline{\text{CS}}$ 拉高，器件仍会持续启动新转换；

将 **MODE** 位置 **1b**：器件进入单次转换模式，仅当向 **OS** 控制位写入 **1b** 时，才会触发新转换。

器件的转换结果全程带硬件缓冲，新数据完成覆盖前，当前有效数据会始终保持锁存状态，可随时发起读取操作，不用担心数据损坏风险。当 $\text{DOUT}/\overline{\text{DRDY}}$ 引脚拉低(标识新转换数据就绪)，数据将通过 $\text{DOUT}/\overline{\text{DRDY}}$ 引脚在 **SCLK** 上升沿同步移位输出，高位(**bit15**)在前。在转换结果从 $\text{DOUT}/\overline{\text{DRDY}}$ 引脚移出的同时，**DIN** 引脚上的新配置寄存器数据会在 **SCLK** 的下降沿被锁存。

LTD2118 还支持在同一个数据传输周期内直接回读配置寄存器，完整的数据传输帧分为两类：启用配置寄存器回读功能时，传输帧长度为 **32 位**；在 $\overline{\text{CS}}$ 可独立控制时(非接地)，可采用仅 **16 位** 的短帧完成传输。

11.4.5.1. 32 位模式

32 位数据传输帧由四个字节组成：前两个字节为转换结果，后两个字节为配置寄存器回读值，高字节(**MSB**)在前。如图 14 所示，在单次传输周期内，连续两次写入相同的配置寄存器值；也可在传输周期的前半段写入一次配置值，在后半段将 **DIN** 引脚保持低电平(如图 15 所示)或高电平；若无需更新配置寄存器，可在整个传输周期内将 **DIN** 引脚固定为低电平或高电平状态即可。**32 位**传输帧前两个字节写入的配置值，将在同一周期的后两个字节被回读。

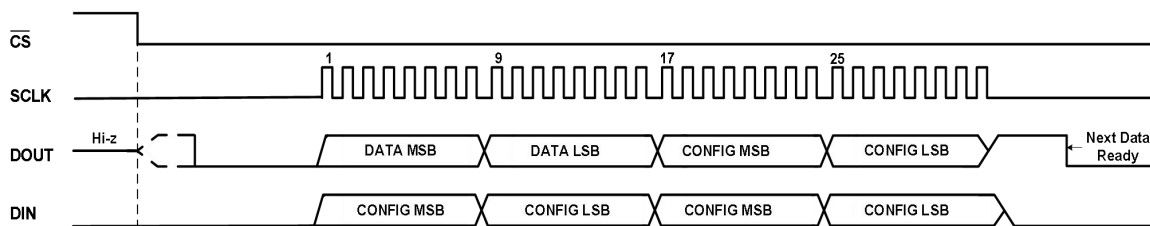


图 14. 32 位数据传输帧(配置寄存器回读)

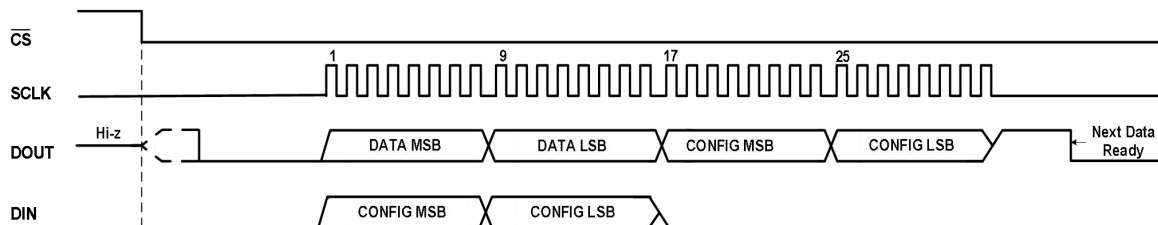


图 15. 32 位数据传输帧(DIN 保持低电平)

11.4.5.2. 16 位模式

无需回读配置寄存器，LTD2118 可采用 **16 位**短帧传输模式输出转换数据(如图 16 所示)。需在第 **16 个 SCLK** 周期结束后将 $\overline{\text{CS}}$ 置高电平以复位 **SPI** 接口；再次拉低 $\overline{\text{CS}}$ 引脚时，数据传输将在首个 **SCLK** 上升沿启动。若数据读取发起时 $\text{DOUT}/\overline{\text{DRDY}}$ 为低电平，代表转换缓冲区已更新为新数据；若 $\text{DOUT}/\overline{\text{DRDY}}$ 为高电平，则本次读取到的将是上一次传输周期的缓存数据。

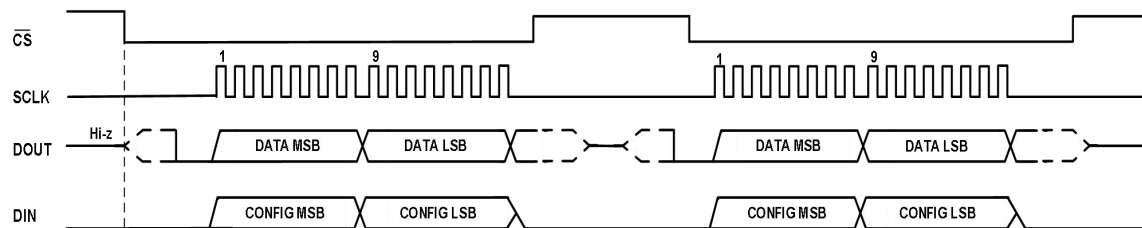


图 16. 16 位数据传输帧

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

11.4.6. 辅助寄存器读写

LTD2118 共包含 6 个寄存器，除地址指针寄存器外，其余 5 个由两个主寄存器(Conversion 寄存器和 Config 寄存器)以及三个辅助寄存器(OFC、FSC 和 Turbo)组成。

默认模式下，辅助寄存器不启用，SPI 读写操作遵循简化规则：写寄存器时，数据默认写入 Config 寄存器；读寄存器时，数据默认从 Conversion 寄存器读出。在此模式下，无需发送地址帧。

如需启用辅助寄存器，需先将 Config 寄存器的 AUX_REG_EN 位置 0b，随后采用 32 位传输周期发送地址、读写指令及数据。具体操作时序如图 17、图 18 所示。

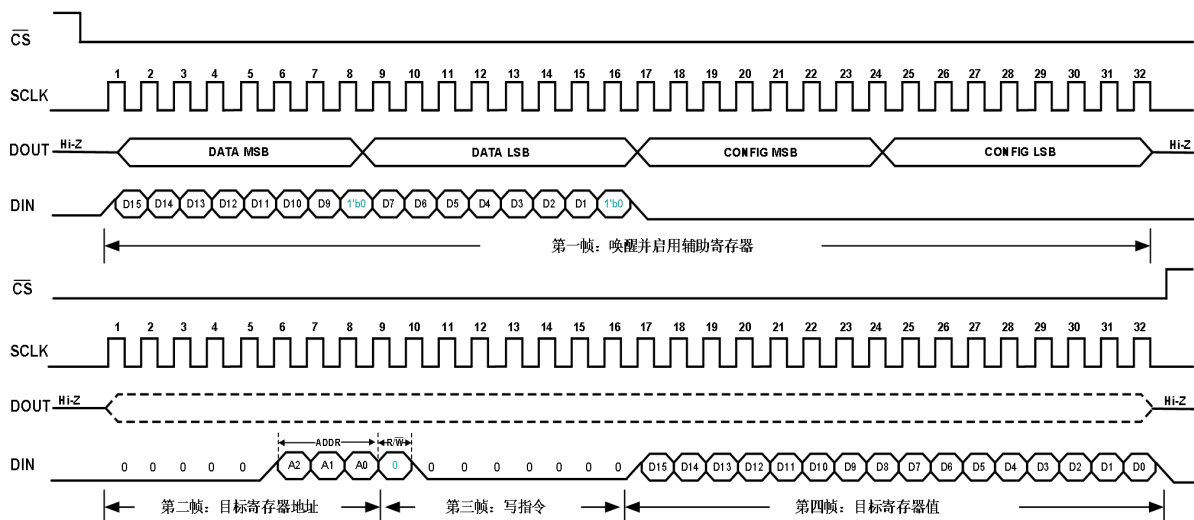


图 17. 写辅助寄存器

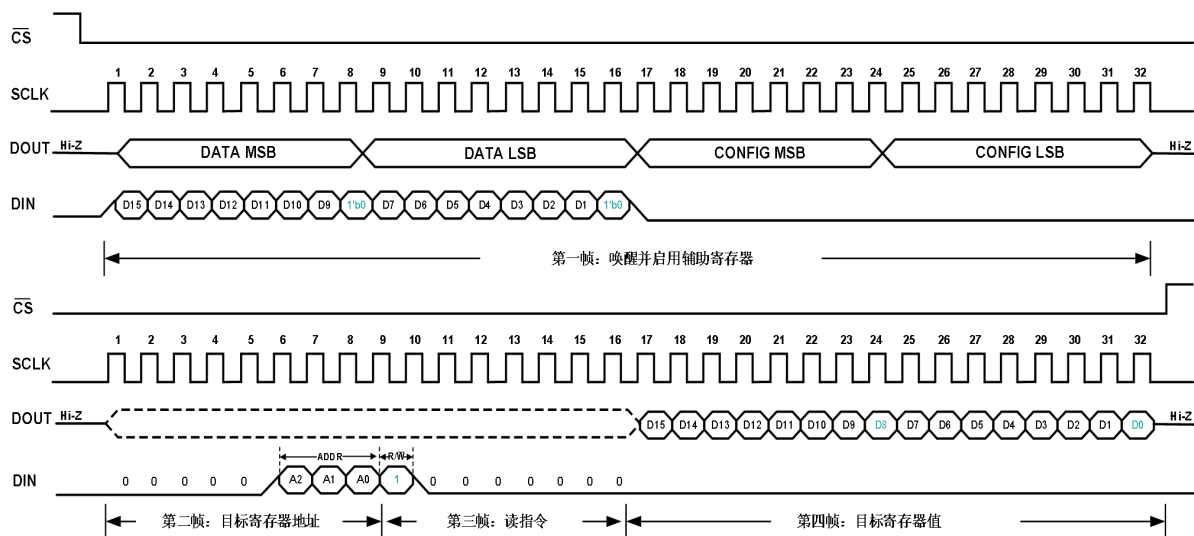


图 18. 读辅助寄存器

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

11.5. 寄存器映射

LTD2118 共有 6 个寄存器，可通过 SPI 接口访问：Address Pointer、Conversion、Config、Turbo 以及用于校准功能的 OFC 和 FSC。

在下述表格中：R/W=Read/Write；R=Read only；W=Write only；-n=value after reset。

11.5.1. Address Pointer 寄存器

通过写入 Address Pointer 寄存器来选择后续访问的寄存器。

表 10.Address Pointer 寄存器结构

7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	P[2:0]		
W-0h		W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h	W-0h

表 11.Address Pointer 寄存器描述

位	字段	类型	复位	说明
7:3	保留	W	0h	必须写 0h
2:0	P[2:0]	W	0h	寄存器地址指针： 000b : Conversion 寄存器(主寄存器) 001b : Config 寄存器(主寄存器) 010b : Reserved 011b : Reserved 100b : OFC 寄存器(辅助寄存器) 101b : FSC 寄存器(辅助寄存器) 110b : Turbo 寄存器(辅助寄存器) 111b : Reserved

11.5.2. Conversion 寄存器

16 位 Conversion 寄存器以二进制补码格式存储最近一次转换结果。上电后寄存器清零，直到第一次转换完成。

表 12.Conversion 寄存器结构

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

表 13.Conversion 寄存器描述

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

11.5.3. Config 寄存器

16 位 Config 寄存器用于设置工作模式、输入通道、数据速率、满量程以及辅助寄存器开启功能。

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

表 14.Config 寄存器结构

15	14	13	12	11	10	9	8
OS		MUX[2:0]			PGA[2:0]		MODE
R/W-1h		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]	
R/W-4h			R/W-0h	R/W-1h	R/W-1h		R/W-1h

表 15.Config 寄存器描述

位	字段	类型	复位	说明
15	OS	R/W	1h	单次转换启动/状态： 用于指示并控制器件的工作状态。 仅可在掉电(待机)状态下写入，在器件转换期间写入将无效。 写入时： 0b：无操作 1b：启动一次单次转换 (仅在掉电状态下有效) 读取时： 0b：器件当前正在进行转换 1b：器件当前未进行转换
14:12	MUX[2:0]	R/W	0h	输入多路复用器配置： 000b：AINP = AIN0 and AINN = AIN1 (默认) 001b：AINP = AIN0 and AINN = AIN3 010b：AINP = AIN1 and AINN = AIN3 011b：AINP = AIN2 and AINN = AIN3 100b：AINP = AIN0 and AINN = GND 101b：AINP = AIN1 and AINN = GND 110b：AINP = AIN2 and AINN = GND 111b：AINP = AIN3 and AINN = GND
11:9	PGA[2:0]	R/W	2h	可编程增益放大器配置： 用于设置可编程增益放大器(PGA)的满量程范围(FSR)； 000b：FSR = $\pm 6.144\text{ V}^{(1)}$ 001b：FSR = $\pm 4.096\text{ V}^{(1)}$ 010b：FSR = $\pm 2.048\text{ V}$ (默认) 011b：FSR = $\pm 1.024\text{ V}$ 100b：FSR = $\pm 0.512\text{ V}$ 101b：FSR = $\pm 0.256\text{ V}$ 110b：FSR = $\pm 0.256\text{ V}$ 111b：FSR = $\pm 0.256\text{ V}$
8	MODE	R/W	1h	转换模式设置： 0b：连续转换 1b：单次转换/掉电 (默认)

CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper IC Handling Procedures.Linearin and designs are registered trademarks of Linearin Technology Corporation.© Copyright Linearin Technology Corporation. All Rights Reserved.All other trademarks mentioned are the property of their respective owners.



16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

位	字段	类型	复位	说明
7:5	DR[2:0]	R/W	4h	数据转换速率设置： 可与 Turbo 寄存器 DR4 位共同设置 000b : 8 SPS 001b : 16 SPS 010b : 32 SPS 011b : 64 SPS 100b : 128 SPS (默认) 101b : 250 SPS 110b : 475 SPS 111b : 860 SPS
4	TS_MODE	R/W	0h	温度测量模式开启/使能： 0b : ADC 模式 (默认) 1b : 温度测量模式
3	PULL_UP_EN	R/W	1h	DOUT/DRDY 引脚弱上拉使能： 仅在 $\overline{CS}$ 为高电平时，才在 DOUT/DRDY 引脚上启用内置弱上拉。 启用时：内部约 400kΩ电阻将总线与电源相连； 禁用时：DOUT/DRDY 引脚处于浮空状态 0b : DOUT/DRDY 引脚弱上拉阻禁用； 1b : DOUT/DRDY 引脚弱上拉启用 (默认)。
2:1	NOP[1:0]	R/W	1h	NOP 指令或配置寄存器写入使能： NOP[1:0]位用于控制是否将数据写入配置寄存器。若要向配置寄存器写入数据，NOP[1:0]位必须为 01；其他值均表示发出 NOP 指令。在 SCLK 脉冲期间，DIN 信号可保持高电平或低电平，此时数据不会写入配置寄存器。 00b : 无效数据，不更新配置寄存器内容 01b : 有效数据，更新配置寄存器 (默认) 10b : 无效数据，不更新配置寄存器内容 11b : 无效数据，不更新配置寄存器内容
0	AUX_REG_EN	R/W	1h	辅助寄存器使能： 辅助寄存器包括 OFC、FSC、Turbo 三个寄存器。 0b : 读写辅助寄存器 1b : 不读写辅助寄存器 (默认)

(I) 该参数定义了 ADC 的满量程范围。请勿向器件模拟输入端施加超过 VDD + 0.3 V 的电压。

11.5.4. OFC 寄存器

16 位 OFC 寄存器用于输出偏移校准。

表 16.OFC 寄存器结构

15	14	13	12	11	10	9	8
OFC[15:8]							
R/W-00h							
7	6	5	4	3	2	1	0
OFC[7:0]							
R/W-00h							

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

表 17.OFC 寄存器描述

位	字段	类型	复位	说明
				偏移校准:
15:0	OFC[15:0]	R/W	0000h	二进制补码格式的 16 位字偏移校准。ADC 在满量程作之前从转换结果中减去偏移值。

11.5.5. FSC 寄存器

16 位 FSC 寄存器用于输出增益校准。

表 18.FSC 寄存器结构

15	14	13	12	11	10	9	8
FSC[15:8]							
R/W-40h							
7	6	5	4	3	2	1	0
FSC[7:0]							
R/W-00h							

表 19.FSC 寄存器描述

位	字段	类型	复位	说明
				满量程增益校准:
15:0	FSC[15:0]	R/W	4000h	直接二进制格式的 16 位字满量程增益校准。ADC 将寄存器值除以 4000h，然后将结果乘以转换数据。缩放作用发生在 offset 作之后。

11.5.6. Turbo 寄存器

16 位 Turbo 寄存器用于提供更多配置功能。

表 20.Turbo 寄存器结构

15	14	13	12	11	10	9	8
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
7	6	5	4	3	2	1	0
-	-	-	-	-	DR4	-	-
-	-	-	-	-	R/W-0h	-	-

表 21.Turbo 寄存器描述

位	字段	类型	复位	说明
15:3	-	-	0h	-
				数据转换速率设置: 与 Config 寄存器 DR[2:0]配合共同设置数据转换速率 {DR4,DR[2:0]}
2	DR4	R/W	0h	DR4,DR[2:0] : 1000b (DR4=1/DR[2:0]=000) DR=2kSPS DR4,DR[2:0] : 1001b (DR4=1/DR[2:0]=0 0 1) DR=4kSPS DR4,DR[2:0] : 1010b~1111b / Reserved
1	-	-	0h	-
0	-	-	0h	-

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

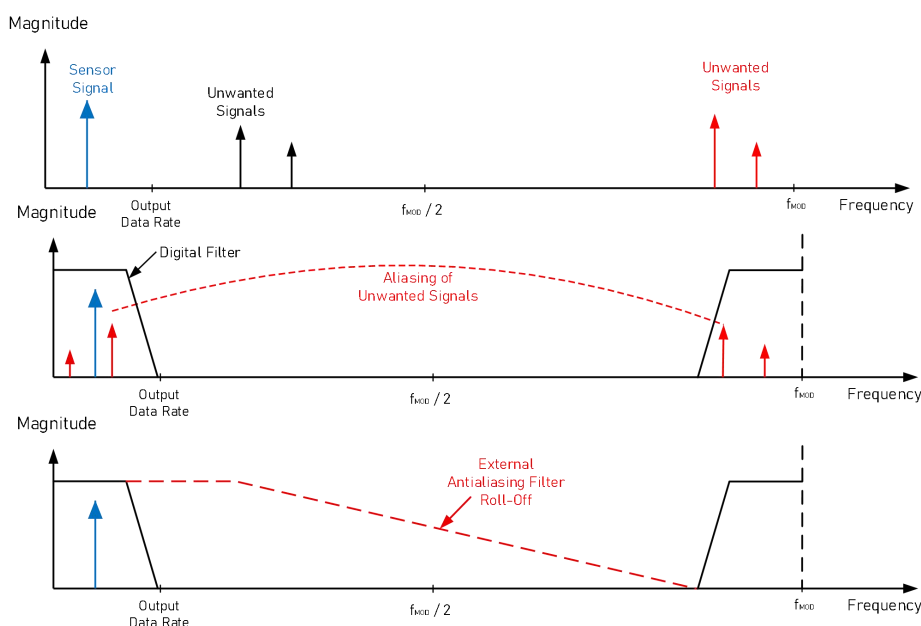


图 20. 混叠效应示意图

许多传感器本身频率带宽有限，例如热电偶输出变化速率低，故本身不会混叠。然而，沿传感器连线的噪声可能折叠入通带，例如工频及其谐波、旁路电机、手机等产生的 EMI/RFI，或 PCB 上的时钟信号。模拟输入滤波可抑制这些非目标信号。

在大多数应用中，使用一阶 RC 滤波器即可显著抑制混叠：其截止频率一般选在输出数据速率或 $10 \times$ 输出数据速率。理论上任何高于 $f_{MOD}/2$ 的信号都会被 LTD2118 的数字滤波器衰减至噪底以下；因此 RC 滤波器主要用于抑制 $f_{MOD}/2$ 以内的外部噪声。

12.2. 典型应用

图 21 展示了采用 LTD2118 内置高精度温度传感器进行冷端补偿时，独立双通道热电偶测量系统的基本连接方案。除热电偶外，所需的外部电路仅包括偏置电阻、一阶低通抗混叠滤波器以及电源去耦电容器。

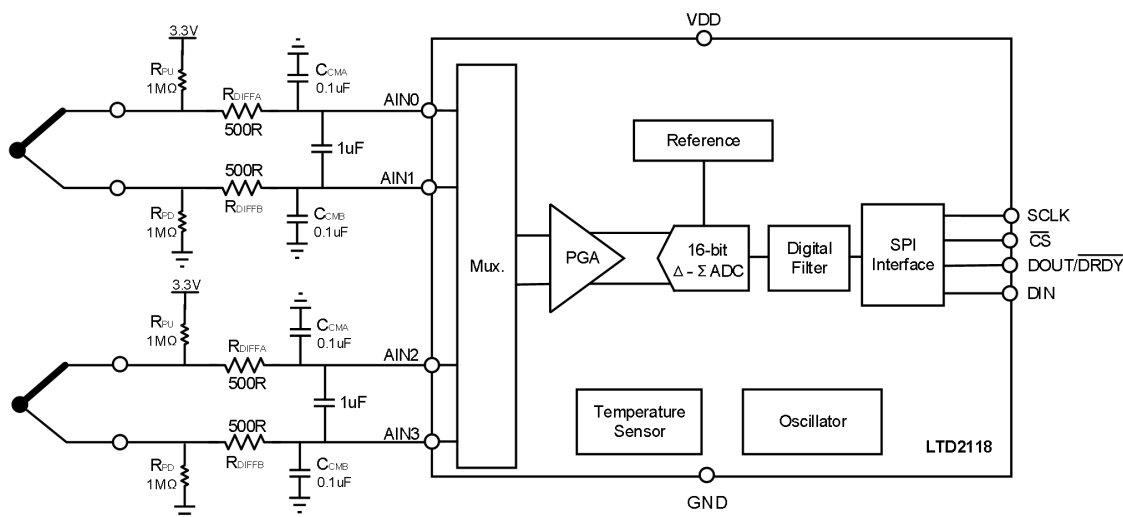
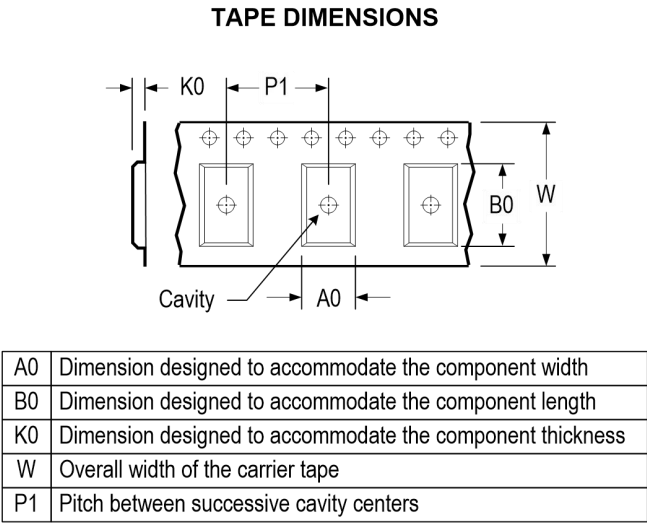
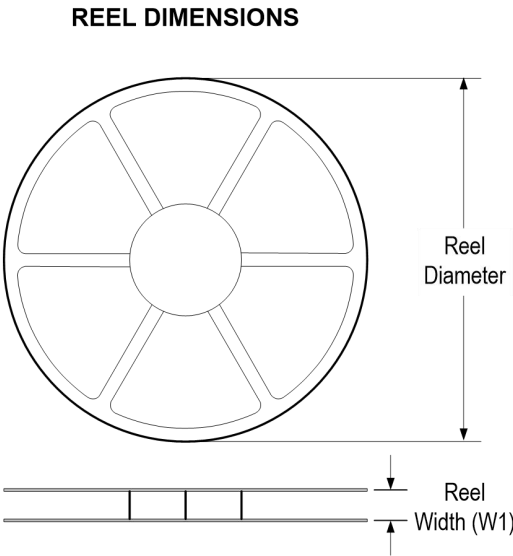
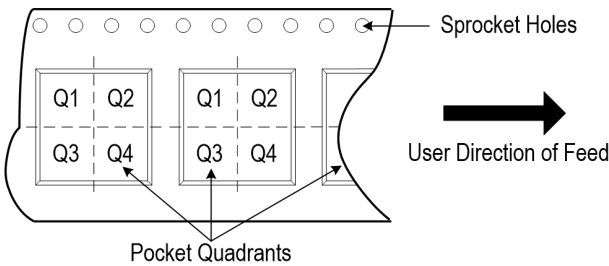


图 21. 双通道热电偶测量系统

13. 编带和卷轴信息



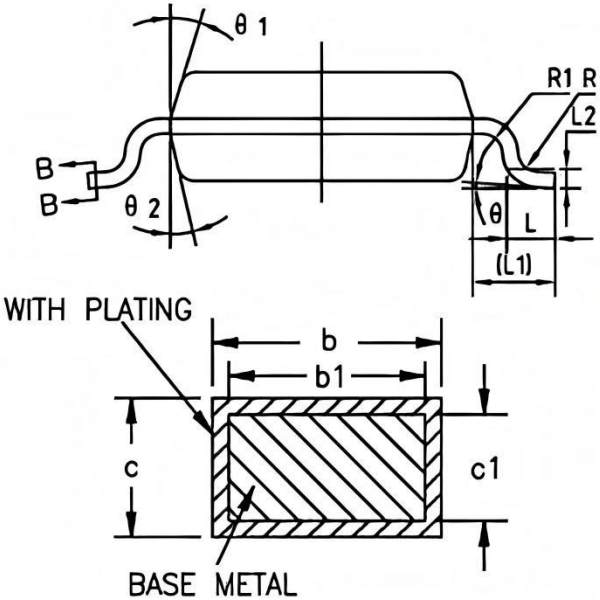
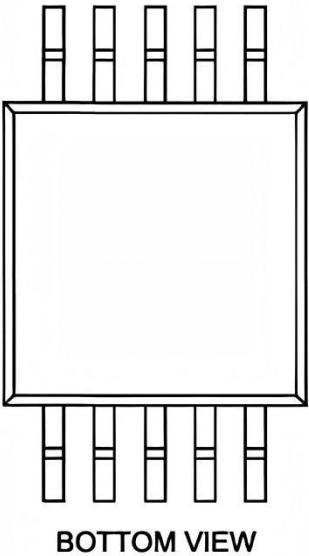
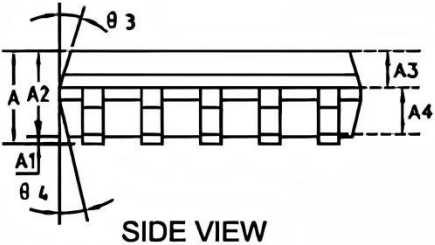
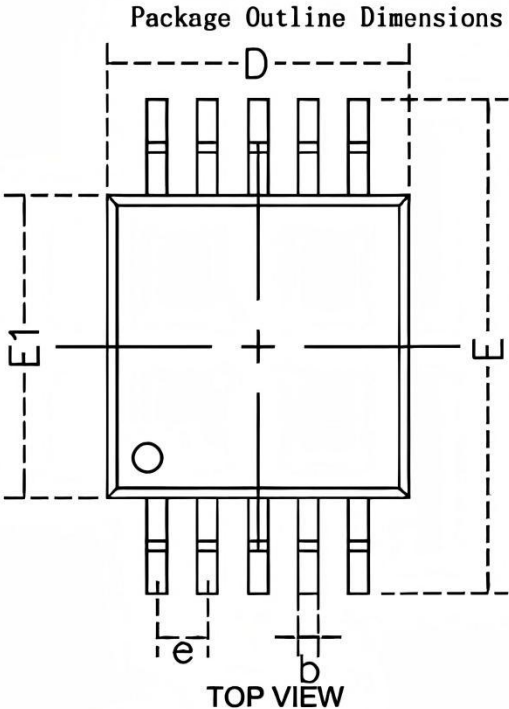
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



Device	Package Type	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin 1 Quadrant
LTD2118XV10/R6	MSOP	10	3000	330	12.5	6.6	5.3	2.0	8.0	12.0	Q1

14. 封装信息

MSOP-10



SYMBOL	MIN	NOM	MAX
A	0.75	—	1.10
A1	0	—	0.15
A2	0.75	0.85	0.95
A3	0.25	0.35	0.39
A4	0.346	—	0.510
b	0.18	0.225	0.27
b1	0.17	0.20	0.23
c	0.154	0.177	0.20
c1	0.144	0.152	0.16
D	2.90	3.00	3.10
e	0.40	0.50	0.60
E	4.70	4.90	5.10
E1	2.90	3.00	3.10
L	0.40	0.60	0.80
L1	0.95REF		
L2	0.25BSC		
R	0.07	—	—
R1	0.07	—	—
θ	0°	—	8°
θ1	9°	12°	15°
θ2	9°	12°	15°
θ3	9°	12°	15°
θ4	9°	12°	15°

NOTES:
1. ALL DIMENSIONS REFER TO JEDEC STANDARD MO-137E
2. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH
3. DIMENSION E1 DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH
4. FLASH OR PROTRUSION SHALL NOT EXCEED 0.25mm PER SIDE.

16 位高精度低功耗模数转换器(ADC)

15. 说明

Linearin 是一家全球性的无晶圆厂半导体公司，专注于先进的高性能高质量模拟/混合信号 IC 产品及传感器解决方案。公司致力于创新高性能、模拟密集型传感器前端产品及模块化传感器解决方案，应用于医疗与可穿戴设备、智能家居、物联网传感、智能工业与智能工厂(工业 4.0)以及汽车等多个市场。Linearin 的产品系列包括广泛使用的标准目录产品、基于解决方案的应用特定标准产品(ASSP)以及传感器模块，这些产品能够帮助客户实现更快的产品上市速度。欲了解 Linearin 产品系列的完整清单，请访问：<http://www.linearin.com>。

欲获取更详细的产品信息或完整数据表，敬请与 Linearin 的销售部或代表联系。