

具停机功能的 8 通道、12/14/16 位、 100ksps SoftSpan A/D 转换器

特 点

- 采样速率：100ksps
- 具 $\pm 25V$ 保护能力的 8 通道复用器
- 单 5V 电源
- 软件可编程输入范围：
0V 至 5V，0V 至 10V， $\pm 5V$ 或 $\pm 10V$
单端或差分
- $\pm 3LSB$ INL (LTC1859)、 $\pm 1.5LSB$ INL
(LTC1858)、 $\pm 1LSB$ INL (LTC1857)
- 功耗：40mW (典型值)
- SPI/MICROWIRE™ 兼容型串行 I/O
- 断电：“打盹”模式和睡眠模式
- 信噪比：典型值为 87dB (LTC1859)
- 采用内部或外部基准来运作
- 内部同步时钟
- 28 引脚 SSOP 封装

应 用

- 工业过程控制
- 复用数据采集系统
- 面向 PC 的高速数据采集
- 数字信号处理

描 述

LTC®1857/LTC1858/LTC1859 是 8 通道、低功率、12/14/16 位、100ksps、模拟-数字转换器 (ADC)。这些 SoftSpan™ ADC 可以采用软件来编程以适应 0V 至 5V、0V 至 10V、 $\pm 5V$ 或 $\pm 10V$ 的输入摆率，并采用单 5V 工作电源。8 通道复用器可编程设定单端输入或差分输入对或两者的组合。此外，对所有的通道均提供了 $\pm 25V$ 的故障保护能力。任何通道上的故障条件都不会影响选定通道的转换结果。

一个板载高性能采样及保持电路和精准的基准最大限度地减少了外部元件的数目。两种用户可选的断电模式使得 40mW 的低功耗更加引人注目。DC 规格包括 $\pm 3LSB$ INL (LTC1859)、 $\pm 1.5LSB$ INL (LTC1858) 和 $\pm 1LSB$ INL (LTC1857)。

内部时钟针对 $5\mu s$ 的最大转换时间进行了修整，而且，采样速率保证为 100ksps。一个单独的转换启动输入和数据就绪信号 (BUSY) 简化了器件与 FIFO、DSP 和微处理器的连接。

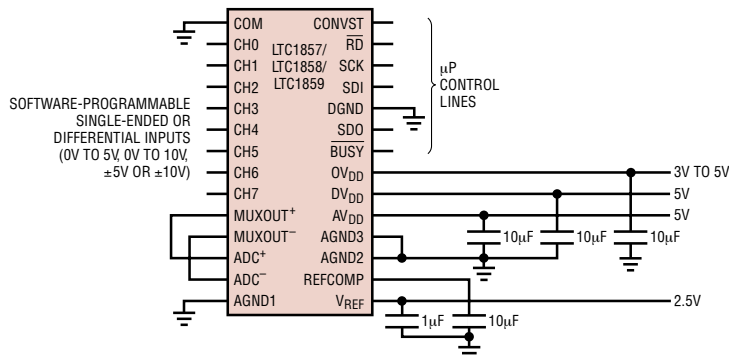
LT、LTC 和 LT 是凌力尔特公司的注册商标。

SoftSpan 是凌力尔特公司的商标。

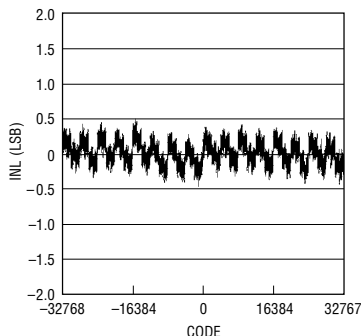
MICROWIRE 是 National Semiconductor Corporation 的商标。

方框图

100kHz、12 位/14 位/16 位采样 ADC



LTC1859 的典型 INL 曲线



1859 TA02

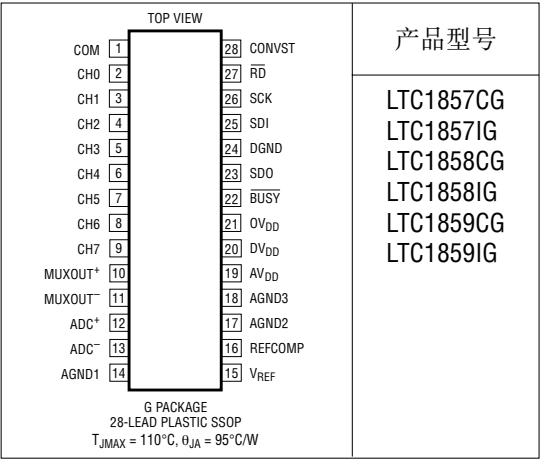
185789f

LTC1857/LTC1858/LTC1859

绝对最大额定值 (注1、2)

电源电压 (OV_{DD} = DV_{DD} = AV_{DD} = V_{DD}) 6V
接地电压差
 DGND, AGND1, AGND2, AGND3 ±0.3V
模拟输入电压
 ADC⁺, ADC⁻
 (注3) (AGND1 - 0.3V) 至 (AV_{DD} + 0.3V)
 CH0 ~ CH7, COM ±25V
数字输入电压 (注4) (DGND - 0.3V) 至 10V
数字输出电压 (DGND - 0.3V) 至 (DV_{DD} + 0.3V)
功耗 500mW
工作温度范围
 LTC1857C/LTC1858C/LTC1859C 0°C 至 70°C
 LTC1857I/LTC1858I/LTC1859I -40°C 至 85°C
贮存温度范围 -65°C 至 150°C
引脚温度 (焊接时间 10 秒) 300°C

封装/订购信息



对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌力尔特公司。

电特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 T_A = 25°C。MUXOUT 与 ADC 输入相连。(注5、6)

参数	条件	LTC1857			LTC1858			LTC1859			单位
		最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
分辨率		●	12		14			16			位
无漏失码		●	12		14			15			位
转换噪声			0.06		0.26			1			LSBRMS
积分线性误差	(注7、15)	●		±1			±1.5			±3	LSB
差分线性误差	(注15)	●	-1	1	-1		1.5	-2		4	LSB
双极零点误差	(注8)	●		±9			±17			±28	LSB
双极零点误差漂移			±0.1		±0.1			±0.1			ppm/°C
双极零点误差匹配			±4		±6			±10			LSB
单极零点误差	(注8)	●		±6			±15			±25	LSB
单极零点误差漂移			±1		±1			±1			ppm/°C
单极零点误差匹配			±1.2		±2			±8			LSB
双极全标度误差	外部基准 (注11) 内部基准 (注11)	●	±0.35 ±0.45		±0.15 ±0.40			±0.1 ±0.4			% %
双极全标度误差漂移	外部基准 内部基准		±2.5 ±7		±2.5 ±7			±2.5 ±7			ppm/°C ppm/°C
双极全标度误差匹配			±5		±10			±15			LSB
单极全标度误差	外部基准 (注11) 内部基准 (注11)	●	±0.45 ±0.75		±0.25 ±0.85			±0.20 ±0.75			% %
单极全标度误差漂移	外部基准 内部基准		±2.5 ±7		±2.5 ±7			±2.5 ±7			ppm/°C ppm/°C
单极全标度误差匹配			±5		±12			±15			LSB
输入共模范围	单极模式 双极模式	● ●	0 至 10 ±10		0 至 10 ±10			0 至 10 ±10			V V
输入共模抑制比			96		96			96			dB

模拟输入 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。(注 5)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
模拟输入范围	CH0 至 CH7, COM		0 至 5, 0 至 10 $\pm 5, \pm 10$		V V
	ADC ⁺ , ADC ⁻ (注 3)		0 至 2.048 0 至 4.096 ADC ⁻ ± 1.024 ADC ⁻ ± 2.048		V V V V
阻抗	CH0 至 CH7, COM				
	单极		42		k Ω
	双极		31		k Ω
	MUXOUT ⁺ , MUXOUT ⁻				
	单极		10		k Ω
	双极		5		k Ω
电容	ADC ⁺ , ADC ⁻		高阻抗		k Ω
输入漏电流	CH0 至 CH7, COM		5		pF
	采样模式 ADC ⁺ , ADC ⁻				
	0V 至 2.048V, $\pm 1.024\text{V}$		24		pF
	0V 至 4.096V, $\pm 2.048\text{V}$		12		pF
	保持模式 ADC ⁺ , ADC ⁻		4		pF
输入漏电流	ADC ⁺ , ADC ⁻ , CONVST = 低电平	●		± 1	μA

动态准确度 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。MUXOUT 与 ADC 输入相连。(注 5 和 12)

符号	参数	条件	LTC1857			LTC1858			LTC1859			单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
S/(N + D)	信号与(噪声 + 失真)之比	1kHz 输入信号		74			83			87		dB
THD	总谐波失真	1kHz 输入信号, 首 5 个谐波		-101			-101			-101		dB
	峰值谐波或寄生噪声	1kHz 输入信号		-103			-103			-103		dB
	通道至通道隔离	1kHz 输入信号		-120			-120			-120		dB
	-3dB 输入带宽			1			1			1		MHz
	孔径延迟			-70			-70			-70		ns
	孔径抖动			60			60			60		ps
	瞬态响应	全标度阶跃(注 9)		4			4			4		μs
	过压恢复	(注 13)		150			150			150		ns

LTC1857/LTC1858/LTC1859

电 特 性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。(注 5)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{REF} 输出电压	$I_{\text{OUT}} = 0$	● 2.475	2.50	2.525	V
V_{REF} 输出温度系数	$I_{\text{OUT}} = 0$		±10		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
V_{REF} 输出阻抗	$-0.1\text{mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq 0.1\text{mA}$		8		k Ω
V_{REFCOMP} 输出电压	$I_{\text{OUT}} = 0$		4.096		V

数字输入和数字输出 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。(注 5)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{IH}	高电平输入电压	$V_{\text{DD}} = 5.25\text{V}$	● 2.4			V
V_{IL}	低电平输入电压	$V_{\text{DD}} = 4.75\text{V}$	●		0.8	V
I_{IN}	数字输入电流	$V_{\text{IN}} = 0\text{V}$ 至 V_{DD}	●		±10	μA
C_{IN}	数字输入电容			5		pF
V_{OH}	高电平输出电压	$V_{\text{DD}} = 4.75\text{V}$, $I_{\text{O}} = -10\mu\text{A}$, $0\text{V}_{\text{DD}} = V_{\text{DD}}$ $V_{\text{DD}} = 4.75\text{V}$, $I_{\text{O}} = -200\mu\text{A}$, $0\text{V}_{\text{DD}} = V_{\text{DD}}$	● 4	4.74		V V
V_{OL}	低电平输出电压	$V_{\text{DD}} = 4.75\text{V}$, $I_{\text{O}} = 160\mu\text{A}$, $0\text{V}_{\text{DD}} = V_{\text{DD}}$ $V_{\text{DD}} = 4.75\text{V}$, $I_{\text{O}} = 1.6\text{mA}$, $0\text{V}_{\text{DD}} = V_{\text{DD}}$	●	0.05 0.10	0.4	V V
I_{OZ}	高阻抗输出泄漏	$V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$ 至 V_{DD} , $\overline{\text{RD}} = \text{高电平}$	●		±10	μA
C_{OZ}	高阻抗输出电容	$\overline{\text{RD}} = \text{高电平}$		15		pF
I_{SOURCE}	输出供电电流	$V_{\text{OUT}} = 0\text{V}$		-10		mA
I_{SINK}	输出吸收电流	$V_{\text{OUT}} = V_{\text{DD}}$		10		mA

数字输入和数字输出 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。(注 5)

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
正电源电压	(注 9 和 10)	4.75	5.00	5.25	V
正电源电流	●		8.0	13	mA
打盹模式			5.5	8	mA
睡眠模式	CONVST = 0V 或 5V		8.0	15	μA
功耗			40.0		mW
打盹模式			27.5		mW
睡眠模式	CONVST = 0V 或 5V		40.0		μW

数字输入和数字输出 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。(注 5)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
$f_{\text{SAMPLE(MAX)}}$	最大采样频率	通过 CH0 至 CH7 输入 仅通过 ADC^+ 、 ADC^-	● 100	166		kHz kHz
t_{CONV}	转换时间		●	4	5	μs
t_{ACQ}	采集时间	通过 CH0 至 CH7 输入 仅通过 ADC^+ 、 ADC^-	●	1	4	μs μs
f_{SCK}	SCK 频率	(注 14)	● 0		20	MHz
t_r	SDO 上升时间	见测试电路		6		ns
t_f	SDO 下降时间	见测试电路		6		ns
t_1	CONVST 高电平时间		● 40			ns
t_2	CONVST 至 $\overline{\text{BUSY}}$ 延迟	$C_L = 25\text{pF}$ ，见测试电路	●	15	30	ns
t_3	SCK 周期		● 50			ns
t_4	SCK 高		● 10			ns
t_5	SCK 低		● 10			ns
t_6	延迟时间，SCK ↓ 至 SDO 有效	$C_L = 25\text{pF}$ ，见测试电路	●	25	45	ns
t_7	SCK ↓ 之后前一个数据 保持有效的时间	$C_L = 25\text{pF}$ ，见测试电路	● 5	20		ns
t_8	$\text{RD} \downarrow$ 之后的 SDO 有效时间	$C_L = 25\text{pF}$ ，见测试电路	●	11	30	ns
t_9	$\overline{\text{RD}} \downarrow$ 至 SCK 建立时间		● 20			ns
t_{10}	SCK ↑ 之前的 SDI 建立时间		● 0			ns
t_{11}	SCK ↑ 之后的 SDI 保持时间		● 7			ns
t_{12}	$\overline{\text{BUSY}} \uparrow$ 之前的 SDO 有效时间	$\overline{\text{RD}} =$ 低电平， $C_L = 25\text{pF}$ ， 见测试电路	● 5	20		ns
t_{13}	总线释放时间	见测试电路	●	10	30	ns

注 1：绝对最大额定值是指超出该值则器件的使用寿命可能会受损。

注 2：所有的电压值均以地为基准 (DGND、AGND1、AGND2 和 AGND3 引脚连接在一起)，除非特别注明。

注 3：当这些引脚的电压被拉至地电位以下或 $\text{AV}_{\text{DD}} = \text{DV}_{\text{DD}} = \text{OV}_{\text{DD}} = \text{V}_{\text{DD}}$ 以上时，将由内部二极管对它们进行箝位。该产品能够在低于地电位或高于 V_{DD} 的电压条件下处理大于 100mA 的电流，而不会发生闭锁。

注 4：当这些引脚的电压被拉至地电位以下时，将由内部二极管对它们进行箝位。该产品能够在低于地电位的电压条件下处理大于 100mA 的电流，而不会发生闭锁。这些引脚未被箝位至 V_{DD} 。

注 5： $\text{V}_{\text{DD}} = 5\text{V}$ ， $f_{\text{SAMPLE}} = 100\text{kHz}$ ， $t_r = t_f = 5\text{ns}$ ，除非另有规定。

注 6：线性度、偏移和全标度规格适用于一个以地电位为基准的单端模拟 MUX 输入或以接地的 ADC^- 为基准的 ADC^+ 。

注 7：积分非线性度被定义为一个代码相对一根穿越转移函数曲线实际端点的直线的偏离程度。该偏离是以量化频带的中心为起点进行测量的。

注 8：双极零点误差是当输出代码在 0000 0000 0000 0000 和 1111 1111 1111 1111 之间 (LTC1859)、00 0000 0000 0000 和 11 1111 1111 1111 之间 (LTC1858) 以及 0000 0000 0000 和

1111 1111 1111 之间 (LTC1857) 颤动时以 -0.5LSB 为起点所测得的偏移电压。单极零点误差是当输出代码在 0000 0000 0000 0000 和 0000 0000 0000 0001 之间 (LTC1859)、00 0000 0000 0000 和 00 0000 0000 0001 之间 (LTC1858) 以及 0000 0000 0000 和 0000 0000 0001 之间 (LTC1857) 颤动时以 0.5LSB 为起点所测得的偏移电压。

注 9：由设计提供保证，未经测试。

注 10：推荐的工作条件。

注 11：全标度双极误差是相对理想的首个和最终代码转换的最坏情况 $-\text{FS}$ 或 $+\text{FS}$ 未修整偏差与全标度范围相除所得的商，并包含了偏移误差的影响。单极全标度误差指的是最终代码转换相对理想值的偏差与全标度范围相除所得的商，并包括偏移误差的影响。

注 12：所有用 dB 来表示的规格均以全标度 $\pm 10\text{V}$ 输入为参考。

注 13：在 $(2 \cdot \text{FS})$ 输入过压之后恢复至规定性能。

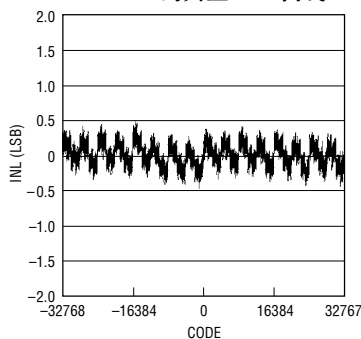
注 14： t_6 (最大值为 45ns) 为上升捕获提供了高达 10MHz 的 f_{SCK} ，并为下降捕获提供了 50% 的占空比和高达 20MHz 的 f_{SCK} (接收逻辑电路的建立时间为 5ns)。

注 15：该规格以 $\pm 10\text{V}$ 输入范围为参考。

LTC1857/LTC1858/LTC1859

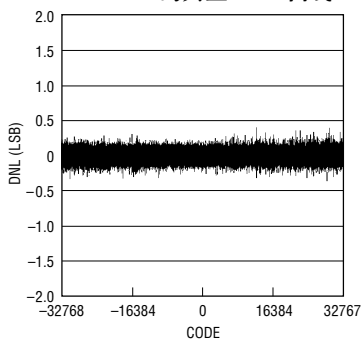
典型性能特征

LTC1859 的典型 INL 曲线



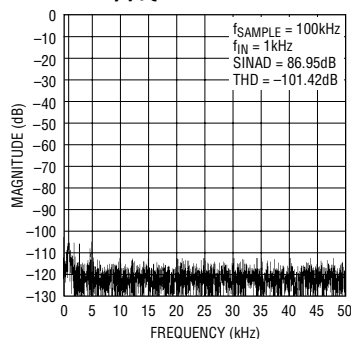
1859 TA02

LTC1859 的典型 DNL 曲线



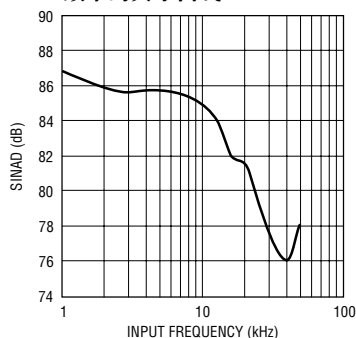
1859 G02

LTC1859 的非平均 4069 点 FFT 曲线



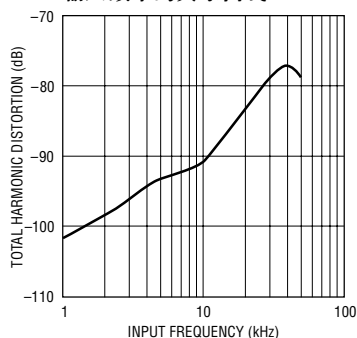
1859 G03

LTC1859 的 SINAD 与输入频率的关系曲线



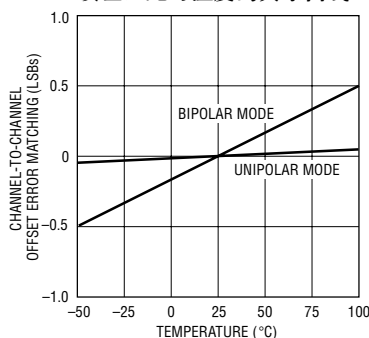
1859 G04

LTC1859 的总谐波失真与输入频率的关系曲线



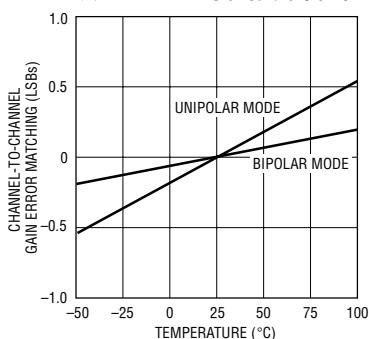
1859 G05

LTC1859 的通道至通道偏移误差匹配与温度的关系曲线



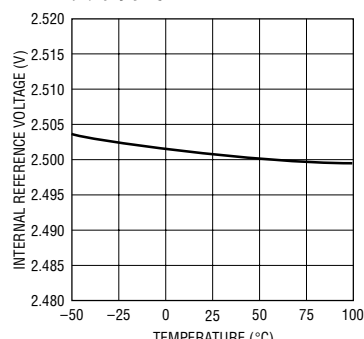
1859 G06

LTC1859 通道至通道增益误差匹配与温度的关系曲线



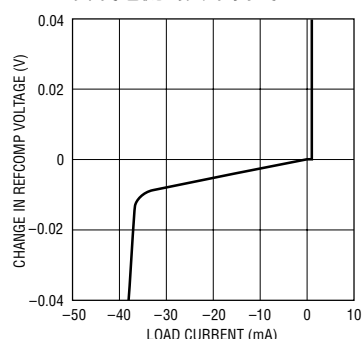
1859 G07

内部基准电压与温度的关系曲线



1859 G08

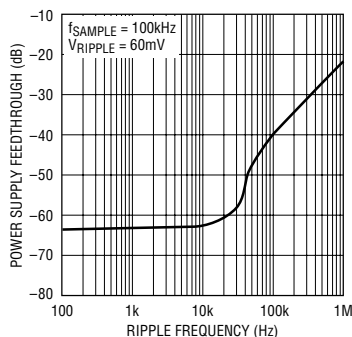
REFCOMP 电压的变化与负载电流的关系曲线



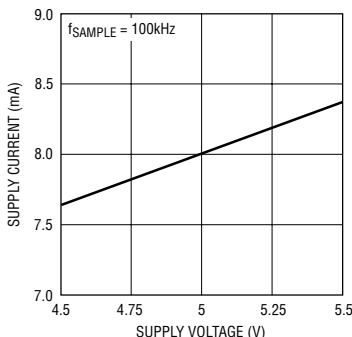
1859 G09

典型性能特征

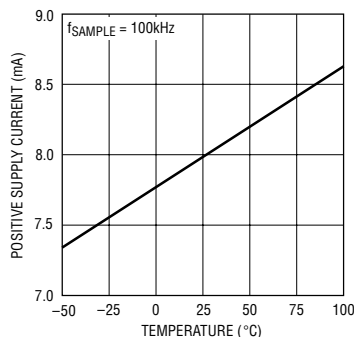
LTC1859 电源馈通与
纹波频率的关系曲线



电源电流与电源电压的
关系曲线



电源电流与温度的关系曲线



引脚功能

COM (引脚 1) : 公共输入。这是用于所有单端输入的基准点。它必须是无噪声的，而且常常与模拟接地平面相连。

CH0 (引脚 2) : 模拟 MUX 输入。

CH1 (引脚 3) : 模拟 MUX 输入。

CH2 (引脚 4) : 模拟 MUX 输入。

CH3 (引脚 5) : 模拟 MUX 输入。

CH4 (引脚 6) : 模拟 MUX 输入。

CH5 (引脚 7) : 模拟 MUX 输入。

CH6 (引脚 8) : 模拟 MUX 输入。

CH7 (引脚 9) : 模拟 MUX 输入。

MUXOUT⁺ (引脚 10) : 正 MUX 输入。模拟复用器的输出。应将该引脚连接至 ADC⁺，以进行正常的操作。

MUXOUT⁻ (引脚 11) : 负 MUX 输入。模拟复用器的输出。应将该引脚连接至 ADC⁻，以进行正常的操作。

ADC⁺ (引脚 12) : 模拟-数字转换器的正模拟输入。

ADC⁻ (引脚 13) : 模拟-数字转换器的负模拟输入。

AGND1 (引脚 14) : 模拟地。

V_{REF} (引脚 15) : 2.5V 基准输出。应通过一个 1μF 钽电容器旁路至模拟地。

REFCOMP (引脚 16) : 基准缓冲器输出。应通过一个 10μF 钽电容器或一个 0.1μF 陶瓷电容器旁路至模拟地。标准输出电压为 4.096V。

AGND2 (引脚 17) : 模拟地。

AGND3 (引脚 18) : 模拟地。这是衬底接线。

AV_{DD} (引脚 19) : 5V 模拟电源。应通过一个 0.1μF 陶瓷电容器和一个 10μF 钽电容器旁路至模拟地。

DV_{DD} (引脚 20) : 5V 数字电源。应通过一个 0.1μF 陶瓷电容器和一个 10μF 钽电容器旁路至数字地。

OV_{DD} (引脚 21) : 数字输出缓冲器的正电源 (3V 至 5V)。应通过一个 0.1μF 陶瓷电容器和一个 10μF 钽电容器旁路至数字地。

BUSY (引脚 22) : 该输出负责显示转换器状态。当一个转换正在进行之中时，该引脚为低电平。

SDO (引脚 23) : 串行数据输出。

LTC1857/LTC1858/LTC1859

引脚功能

DGND (引脚 24)：数字地。

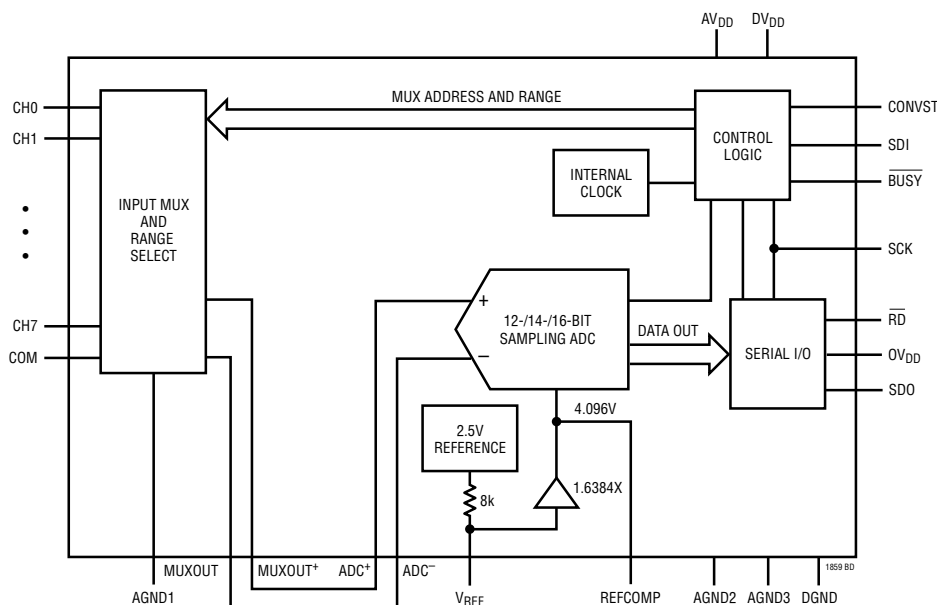
SDI (引脚 25)：串行数据输入。

SCK (引脚 26)：串行数据时钟。

RD (引脚 27)：读输入。低状态有效，使能数字输出引脚 SDO。

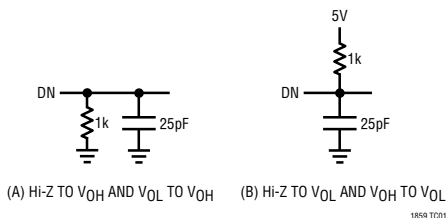
CONVST (引脚 28)：转换起动。高状态有效，在其上升沿起动一个转换。

功能方框图

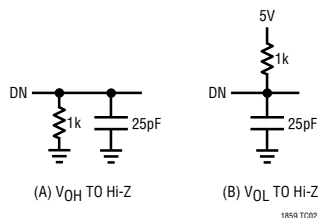


功能方框图

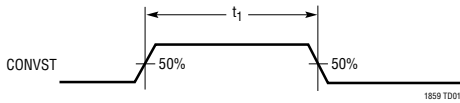
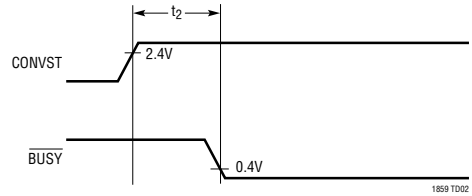
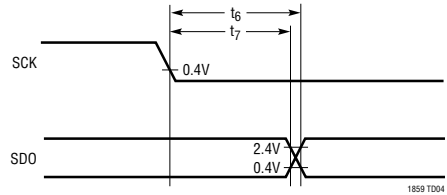
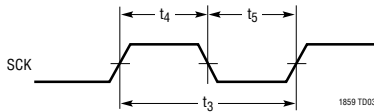
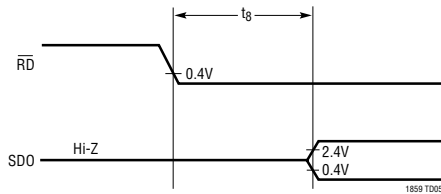
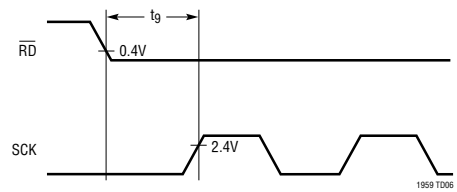
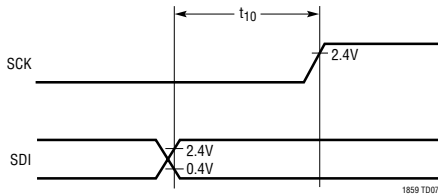
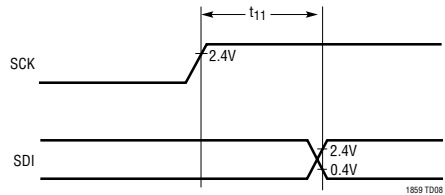
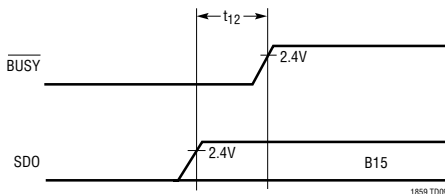
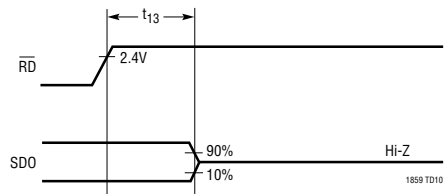
用于存取定时的负载电路



用于输出浮动延迟的负载电路



时序图

 t_1 (短脉冲模式) t_2 (CONVST 至 BUSY 延迟)
 t_6 (延迟时间, SCK↓ 至 SDO 有效)
 t_7 (SCK↓ 之后前一个数据保持有效的时间)
 t_3, t_4, t_5 (SCK 定时) t_8 ($\overline{RD}$ ↓ 之后的 SDO 有效时间) t_9 ($\overline{RD}$ ↓ 至 SCK 建立时间) t_{10} (SCK↑ 之前的 SDI 建立时间) t_{11} (SCK↑ 之后的 SDI 保持时间) t_{12} ($\overline{BUSY}$ ↑ 之前的 SDO 有效时间, $\overline{RD} = 0$) t_{13} (BUS 释放时间)

应用信息

概述

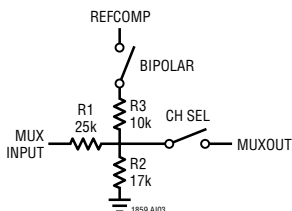
LTC1857/LTC1858/LTC1859 是创新型多通道 ADC，可为其所有的 8 个输入通道提供软件可选的输入范围。利用片内电阻器和开关，它提供了一个衰减和偏移，这可随时为每个通道进行设置。这种经过精准修整的衰减器确保准确的输入范围。因为它们位于复用器之前，故而消除了由于复用器接通电阻所造成的误差。

负责选择输入通道的输入字也用于选择该通道的期望输入范围。可用范围为 0V 至 5V、0V 至 10V (单极)、 $\pm 5V$ 和 $\pm 10V$ (双极)。它们是利用单 5V 工作电源的 ADC 来实现的。除了范围选择之外，还可针对每个通道或通道对来选择单端或差分输入。最后，为那些未被选择的通道提供了过范围保护。未用通道上的过范围条件将不会影响选定通道的转换结果。

转换细节

LTC1857/LTC1858/LTC1859 采用逐次逼近算法和内部采样及保持电路来把一个模拟信号分别转换成一个 12/14/16 位串行输出。这些 ADC 包括一个精准的基准和一个内部时钟。控制逻辑电路提供了至微处理器和 DSP 的简易连接。(请查阅“数字接口”部分，以了解数据格式)。

如下图所示，由 R1、R2 和 R3 组成的电阻分压器网络对施加在 MUX 输入通道上的模拟信号进行重新调节。这些经过重新调节的信号出现在 MUXOUT (引脚 10、11) 上，引脚 10 和 11 在正常操作条件下还与 ADC 输入 (引脚 12、13) 相连。



在起动一个转换之前，一个 8 位数据字在起始的 8 个上升 SCK 脉冲沿按时间顺序记录到 SDI 输入中，以选择 MUX 地址、输入范围和断电模式。ADC 在该 8 位数据字中的第 6 个时钟脉冲的下降沿进入采集模式，并在 CONVST 信号 (它也用于起动一个转换) 的上升沿结束 (见图 7)。4 μs 的最小时间足以保证采样及保持电容器获取模拟信号。一旦某个转换周期开始，就不能对其进行再起动。

在转换期间，由 SAR 按照从最高有效位 (MSB) 到最低有效位 (LSB) 的顺序对内部差分 12/14/16 位容性 DAC 输出进行排序。将输入与由差分容性 DAC 提供的二进制加权电荷依次进行比较。位决策由一个高速比较器做出。在一个转换的末端，DAC 输出对模拟输入进行平衡 ($ADC^+ - ADC^-$)。代表 ADC^+ 与 ADC^- 差异的 SAR 内容 (一个 16 位数据字) 被加载到 12/14/16 位移位寄存器中。

驱动模拟输入

LTC1857/LTC1858/LTC1859 的标称输入范围为 0V 至 5V、0V 至 10V、 $\pm 5V$ 和 $\pm 10V$ ，并对 MUX 输入提供了至 $\pm 25V$ 的过压保护。输入阻抗通常为 42k Ω (在单极模式中) 和 31k Ω (在双极模式中)，因此，应采用一个低阻抗电源对其进行驱动。如图 2 所示，可通过在输入端布设一个 3000pF 电容器来最大限度地降低耦合至输入的宽带噪声。一个 NPO 型电容器能够实现最低的失真。应将该电容器布设在尽可能靠近器件输入引脚的地方。如果将采用放大器来驱动输入，则应谨慎地选择与应用相适合的足够准确度、线性度和噪声指标的放大器。以下列举了一批适用于驱动 LTC1857/LTC1858/LTC1859 的运算放大器。更多细节信息可从凌力尔特公司出版的数据表获知，也可登录 www.linear.com 网站在线查阅。

LT[®]1007：低噪声精准放大器。2.7mA 电源电流， $\pm 5V$ 至 $\pm 10V$ 电源。增益带宽积为 8MHz。DC 应用。

应用信息

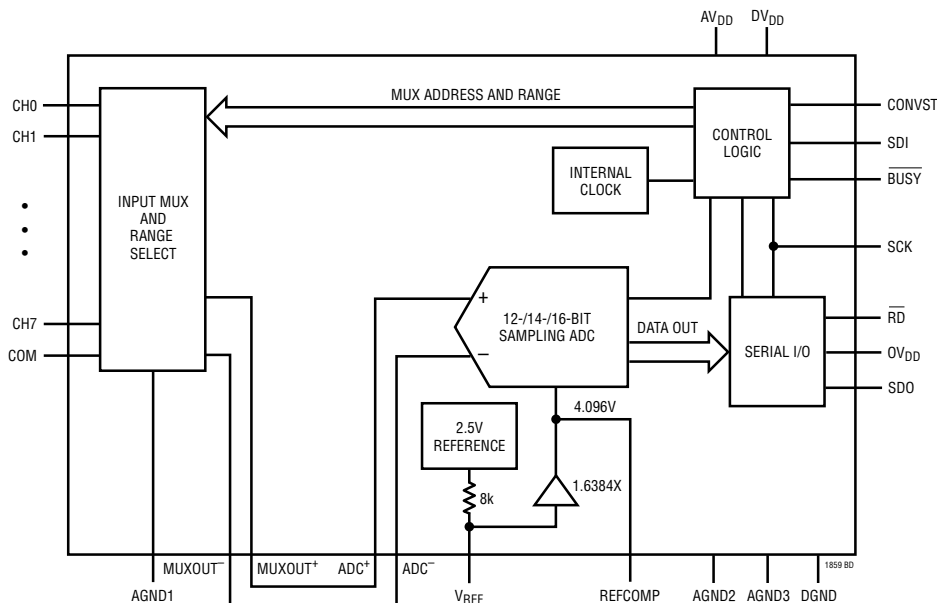


图1：LTC1857/LTC1858/LTC1859 简化等效电路

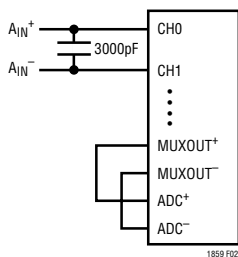


图2：模拟输入滤波

LT1227：140MHz 视频电流反馈放大器。10mA 电源电流。±5V 至 ±15V 电源。低噪声和低失真。

LT1468/LT1469：单通道和双通道 90MHz、准确度达 16 位的运算放大器。优异的 AC/DC 规格。

LT1677：单通道、低噪声运算放大器。轨至轨输入和输出。高达 ±15V 电源。

LT1792：单通道、低噪声 JFET 输入运算放大器，±5V 电源。

LT1793：单通道、低噪声 JFET 输入运算放大器，10pA 偏置电流，±5V 电源。

LT1881/LT1882：双通道和四通道、200pA 偏置电流、轨至轨输出运算放大器。高达 ±15V 电源。

LT1844/LT1885：双通道和四通道、400pA 偏置电流、轨至轨输出运算放大器。高达 ±15V 电源。较快的响应和稳定时间。

内部电压基准

LTC1857/LTC1858/LTC1859 片内带有一个具有温度补偿和曲线校正的带隙基准，它在出厂时被修整至 2.50V。LTC1857/LTC1858/LTC1859 的全标度范围等于 ±5V、0V 至 5V、±10V 或 0V 至 10V。该基准的输出通过一个 8k 电阻器与一个增益为 1.6384x 的缓冲器的输入相连（见图3）。缓冲器的输入或基准的输出可在 V_{REF} （引脚15）上获得。如果需要

应用信息

更高的准确度，则可利用一个外部基准来对内部基准进行过驱动。缓冲器输出用于驱动内部 DAC，并可在 REFCOMP (引脚 16) 上获得。REFCOMP 引脚可被用来驱动一个小于 2mA 的稳定 DC 负载。建议不要驱动一个 AC 负载，因为这会导致转换器的性能劣化。

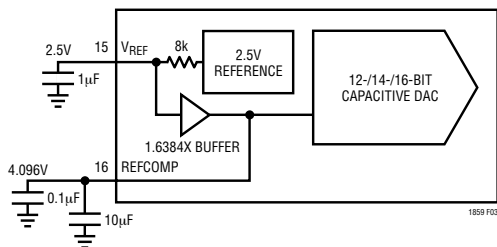


图 3：内部或外部基准

为了实现最小的代码转换噪声， V_{REF} 引脚和 REFCOMP 引脚均应采用一个电容器进行去耦，以滤除来自基准和缓冲器的宽带噪声。

单极/双极操作

图 4a 示出了 LTC1859 的理想输入/输出特性。代码转换出现于连续 LSB 整数值的中间（即：0.5LSB、1.5LSB、2.5LSB、... FS - 1.5LSB）。输出代码

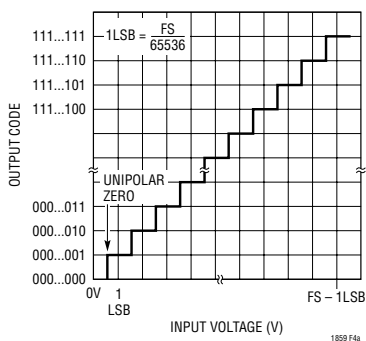


图 4a：单极传输特性 (UNI = 1)

是自然二进制 (1LSB = FS/65536)。图 4b 示出了双极模式的输入/输出传输特性 (采用二进制补码格式)。

全标度和偏移

在那些重视绝对准确度的应用中，在一个校准程序中，可把偏移和全标度误差调整至零。必须在全标度误差之前调整偏移误差。零点偏移可通过调整加至“-”输入的偏移来实现。对于单端输入，应把该偏移加至 COM 引脚。对于差分输入，将由 MUC 地址来确定“-”输入。对于单极零点偏移误差，应把 0.5LSB (实际电压将随著所选输入范围的不同而变化) 加至“+”输入，并调整“-”输入端上的偏移，直到输出代码在 0000 0000 0000 0000 和 0000 0000 0000 0001 之间 (LTC1859)、000000 0000 0000 和 000000 0000 0001 之间 (LTC1858) 以及 0000 0000 0000 和 0000 0000 0001 之间 (LTC1857) 颤动为止。

对于双极零点误差，应把 -0.5LSB (实际电压将随著所选输入范围的不同而变化) 加至“+”输入，并调整“-”输入端上的偏移，直到输出代码在 0000 0000 0000 0000 和 1111 1111 1111 1111 之间 (LTC1859)、00 0000 0000 0000 和 11 1111 1111 1111 之间 (LTC1858) 以及 0000 0000 0000 和 1111 1111 1111 之间 (LTC1857) 颤动为止。

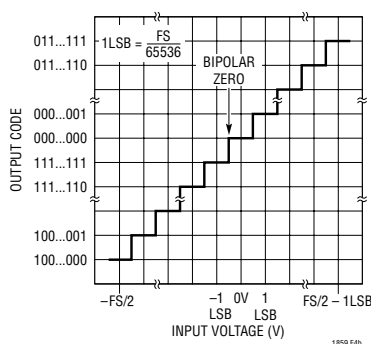


图 4b：双极传输特性 (UNI = 0)

应用信息

如前文提到的那样，内部基准在出厂时被修整至 2.50V。为了确定基准缓冲器增益未对基准中的修整误差进行补偿，应利用一个加至 V_{REF} 的准确外部 2.5V 基准来修整 REFCOMP。对于单极输入，应把一个 FS -1.5LSB 的输入电压施加至“+”输入，并对合适的基准进行调整，直到输出代码在 1111 1111 1111 1110 和 1111 1111 1111 1111 之间 (LTC1859)、11 1111 1111 1110 和 11 1111 1111 1111 之间 (LTC1858) 以及 1111 1111 1110 和 1111 1111 1111 之间 (LTC1857) 颤动为止。

对于双极输入，应把一个 FS -1.5LSB 的输入电压施加至“+”输入，并对合适的基准进行调整，直到输出代码在 0111 1111 1111 1110 和 0111 1111 1111 1111 之间 (LTC1859)、01 1111 1111 1110 和 01 1111 1111 1111 之间 (LTC1858) 以及 0111 1111 1110 和 0111 1111 1111 之间 (LTC1857) 颤动为止。

这些调整以及出厂修整对所有通道均有影响。通道至通道偏移和增益误差匹配由设计来保证，以满足“转换器特性”表中的规格要求。

DC 性能

与高分辨率 ADC 相关的转换噪声的测量方法之一是把 DC 信号施加至 MUX 的输入端，并通过大量的转换来收集合成输出代码。例如，图 5 就显示了针对一个经过了 4096 次数字化处理的 DC 输入的输出代码分布。该分布是高斯分布，而且，RMS 代码转换约为 1LSB (LTC1859)。

数字接口

内部时钟

该 ADC 具有一个为实现 4 μ s 的典型转换时间而修整的内部时钟。无需进行外部调整，而且，凭借 4 μ s 的最大采集时间，保证了 100ksps 的吞吐性能。

与 3V 输入/输出兼容

LTC1857/LTC1858/LTC1859 采用单 5V 工作

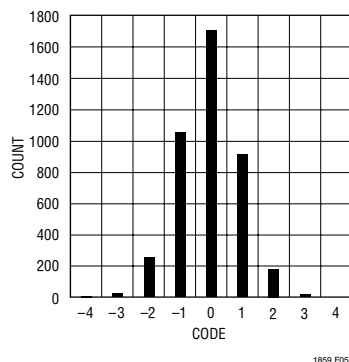


图 5：LTC1859 直方图 (4096 次转换)

电源，因而使得这些器件能够很容易地与 5V 数字系统相连。这些器件也可与 3V 数字系统相连：LTC1857/LTC1858/LTC1859 的数字输入引脚 (SCK、SDI、CONVST 和 $\overline{RD}$) 认可 3V 或 5V 输入。LTC1857/LTC1858/LTC1859 具有一个专用输出电源引脚 (OVP)，用于控制数字输出引脚 (SDO、 $\overline{BUSY}$) 的输出摆幅，并允许器件与 3V 或 5V 数字系统相连。输出为 2 的补码二进制 (双极模式) 和偏移二进制 (单极模式)。

定时和控制

转换起动和数据读取由两个数字输入来控制：CONVST 和 $\overline{RD}$ 。如果想起动一个转换并把采样及保持电路置于保持模式，则需把 CONVST 引脚拉至高电平并维持不少于 40ns 的时间。一旦启动，则不能对其进行再起动，直到转换完成为止。转换器状态由 $\overline{BUSY}$ 输出来指示，当转换操作处于执行状态时，该输出为低电平。

图 6a 和 6b 示出了 LTC1859 的两种不同的操作模式。对于 12 位 LTC1857 和 14 位 LTC1858 而言，SDO 的最后 4 位和 2 位将分别输出零。在模式 1 中 (图 6a)， $\overline{RD}$ 被连接至低电平。CONVST 的上升沿起动转换。数据输出始终被使能。数据输出的 MSB 在转换之后是可用的。在模式 2 中 (图 6b)，CONVST 和 $\overline{RD}$ 被连接在一起。CONVST 信号的上升沿起动转

应用信息

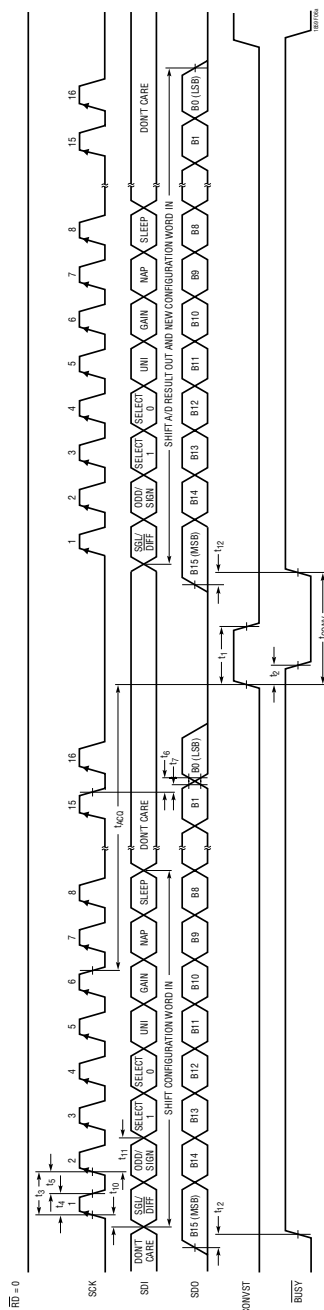


图 6a: LTC1859 的模式 1*。CONVST 启动一个转换，数据输出始终被使能 (RD = 0)

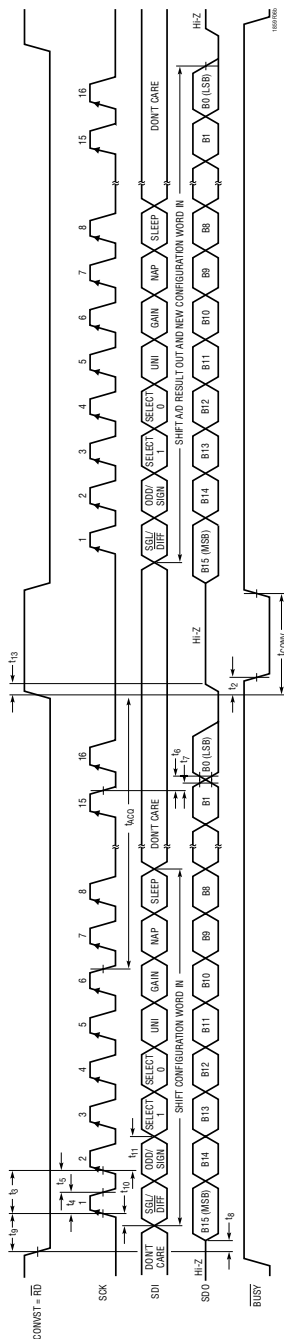


图 6b: LTC1859 的模式 2*。CONVST 和 RD 被连接在一起。CONVST 启动一个转换，数据由 RD 来读取

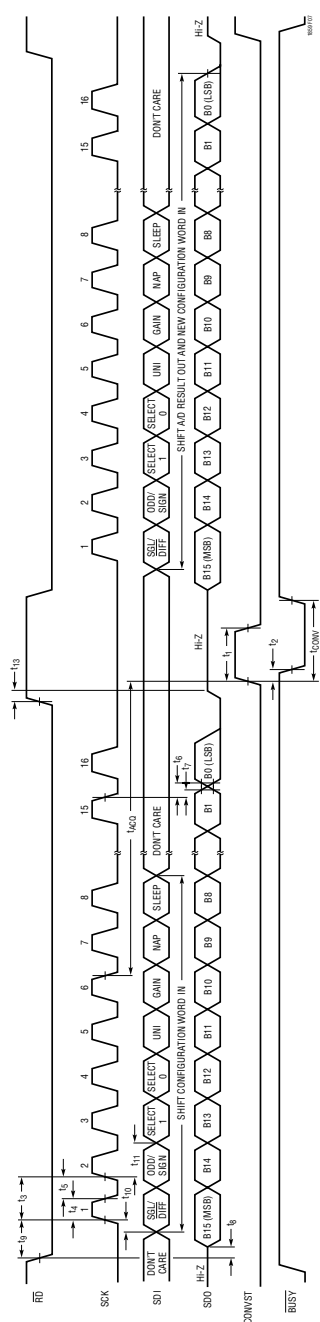


图 7: LTC1859 的操作序列 *

* 对于 12 位 LTC1857 和 14 位 LTC1858 而言，SDO 的最后 2 位将分别输出零。

应用信息

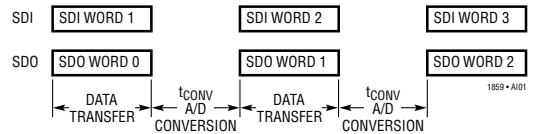
换。此时，数据输出处于三态。当转换完成时 (BUSY 引脚电压走高)，CONVST 和 RD 将走低，使能前一个转换的数据输出。

串行数据输入 (SDI) 接口

LTC1857/LTC1858/LTC1859 通过一个同步、全双工、三线式串行接口来与微处理器及其他外部电路进行通信 (见图 7)。移位时钟 (SCK) 用于对数据传输进行同步处理，不管是在发送系统还是接收系统中，每个位都在 SCK 下降沿传输，并在 SCK 上升沿被捕获。数据的发送和接收是同时进行的 (全双工)。

一个 8 位输入字被移至 SDI 输入中，用于配置 LTC1857/LTC1858/LTC1859，以进行下一个转换。与此同时，前一个转换的结果在 SDO 线上输出。在数据交换的末端，通过在 CONVST 引脚上施加一个上升沿来启动被请求的转换。在 t_{CONV} 之后，转换完

成，转换结果将在下一个数据传送周期中提供。如下图所示，一个转换的结果从请求进行该转换的输入字起被延迟了一个转换周期。



输入数据字

LTC1857/LTC1858/LTC1859 8 位数据字在首 8 个 SCK 上升沿按时间顺序记录到 SDI 输入中。SDI 引脚上另外的输入随后被忽略，直到下一个转换为止。输入字的 8 位被定义如下：

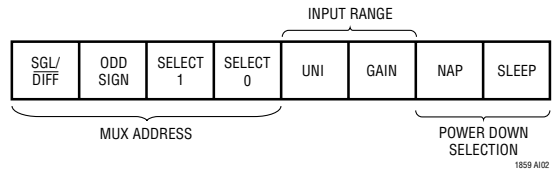


表 1：复用器通道选择

MUX 地址				差分通道选择								MUX 地址				单端通道选择							
SGL/DIFF	奇偶符号	选择 1	选择 0	0	1	2	3	4	5	6	7	SGL/DIFF	器通	奇偶符号	0	1	2	3	4	5	6	7	COM
0	0	0	0	+	-							1	0	0	0	+							-
0	0	1	0			+	-					1	0	1	0		+						-
0	0	1	1					+	-			1	0	1	1				+				-
0	0	0	0	-	+					+	-	1	0	0	0						+		-
0	1	0	1			-	+					1	1	0	1		+						-
0	1	0	0					-	+			1	1	0	0			+					-
0	1	1	0									1	1	1	0					+			-
0	1	1	1							-	+	1	1	1	1						+		-

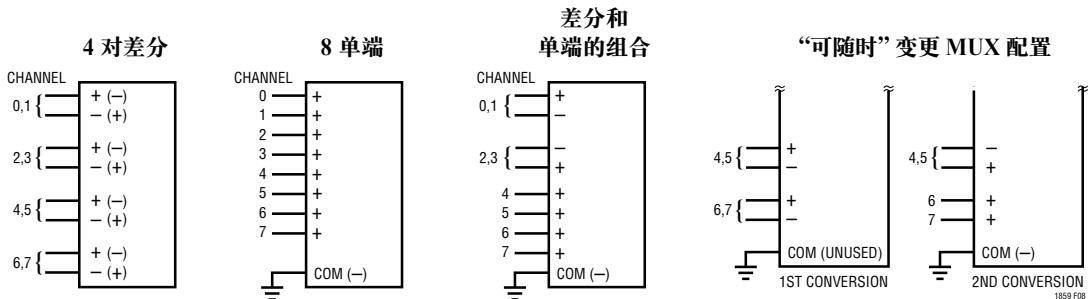


图 8：LTC1857/LTC1858/LTC1859 上的复用器选项实例

应用信息

MUX 地址

输入字的起始 4 个位用于指定被请求转换的 MUX 配置。对于一种给定通道选择，转换器将测量两个通道之间的电压 (由表 1 “选择” 栏中的 “+” 和 “-” 符号来表示)。请注意，在差分模式中 (SGL/DIFF = 0)，测量被限制在具有任一极性的 4 个相邻的输入对。在单端模式中，所有的输入通道均是相对于 COM 进行测量的。对 “+” 和 “-” 输入均进行同时采样，因而抑制了共模噪声。

输入范围 (UNI、GAIN)

第 5 和第 6 个输入位 (UNI、GAIN) 用于确定转换的输入范围。当 UNI 是一个逻辑 “1” 的时候，将执行一个单极转换。当 UNI 是一个逻辑 “0” 时，将执行一个双极转换。GAIN 输入位负责确定转换的输入跨度。当 GAIN 是一个逻辑 “1” 时，将选择 0V 至 10V 或 $\pm 10V$ 输入跨度 (取决于 UNI)。当 GAIN 是一个逻辑 “0” 时，将选择 0V 至 5V 或 $\pm 5V$ 输入跨度。针对不同 UNI 和 GAIN 输入的输入范围列于表 2。

表 2：输入范围选择

UNI	GAIN	输入范围
0	0	$\pm 5V$
1	0	0V 至 5V
0	1	$\pm 10V$
1	1	0V 至 10V

断电模式选择 (NAP、SLEEP)

输入字的最后两个位 (Nap、Sleep) 用于确定 LTC1857/LTC1858/LTC1859 的断电模式。见表 3。当 Nap = 1 且 Sleep = 0 时，选择 “Nap” (打盹) 模式。前一个转换结果将按时间顺序输出，并将在进入 “Nap” 模式之前出现一个转换。Nap 模式在转换结束

(由 BUSY 信号的上升沿来指示) 时起动。Nap 模式将持续到第二个 SCK 脉冲的下降沿为止 (见图 9)。如果每当一个输入字被写至 ADC 时都选择 Nap = 1，则将实现自动打盹。

表 3：断电模式选择

NAP	SLEEP	断电模式
0	0	上电
1	0	打盹
X	1	睡眠

当选择 Sleep = 1 时，睡眠模式将出现，这与 Nap 输入的选择无关。可按时间顺序把前一个转换结果输出，而且，睡眠模式将在最后一个 (第 16 个) SCK 脉冲的下降沿上起动。请注意，在睡眠模式中，CONVST 引脚应保持高电平或低电平状态 (见图 10)。如欲把器件从睡眠状态中唤醒，则需在 CONVST 信号上施加一个上升沿，并随后在下一个 SDI 字上施加 Sleep = 0，器件将在最后一个 (第 16 个) SCK 脉冲的下降沿上被唤醒 (见图 11)。

在睡眠模式中，所有的偏置电流均被切断，只剩下上电复位电路和漏电流 (约 10 μA)。睡眠模式唤醒时间取决于连接至 REFCOMP (引脚 16) 的电容器的数值。当与 REFCOMP 引脚相连的电容器采用推荐的 10 μF 数值时，唤醒时间通常为 40ms。

动态性能

FFT (快速傅立叶变换) 测试方法被用来测试 ADC 在额定吞吐量条件下的频率响应、失真和噪声。通过施加一个低失真正弦波，并采用 FFT 算法来分析数字输出，便可针对超出基频范围的频率来检查 ADC 的频谱内容。图 12 示出了一条典型的 LTC1859 FFT 曲线，它产生了 87dB 的 SINAD 和 -101dB 的 THD。

应用信息

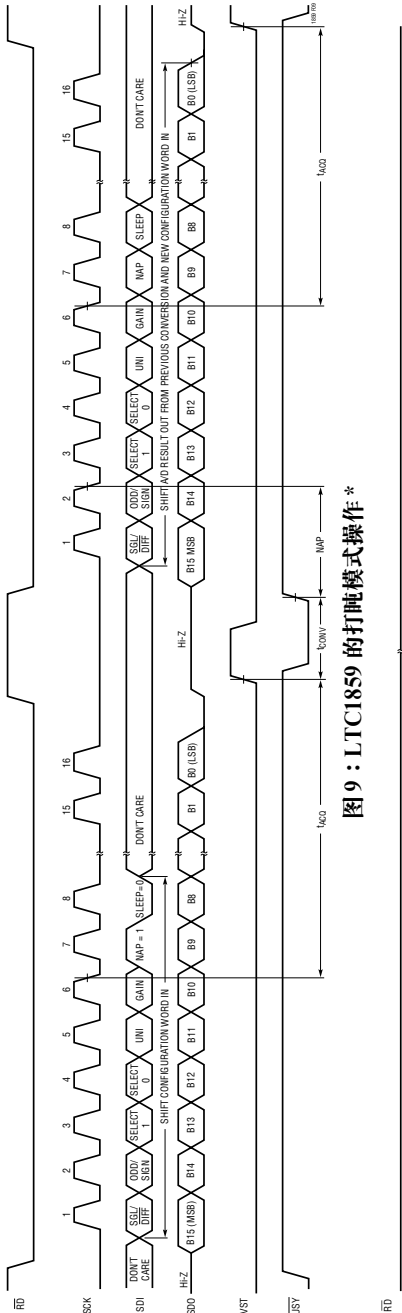


图 9 : LTC1859 的打盹模式操作 *

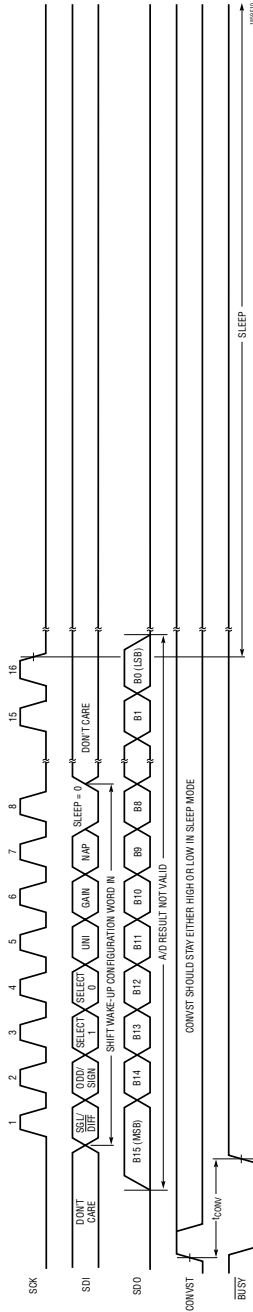


图 10 : LTC1859 的睡眠模式操作 *

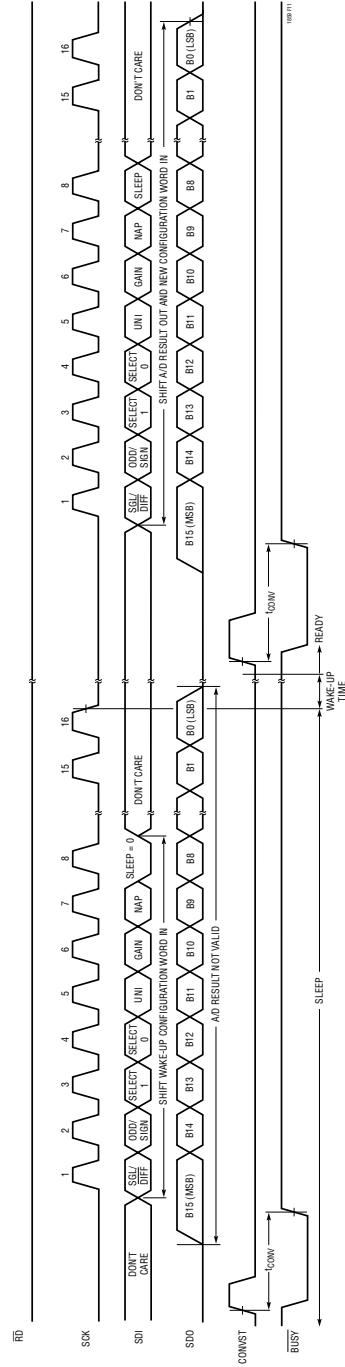


图 11 : LTC1859 的睡眠模式唤醒 *

* 对于 12 位 LTC1857 和 14 位 LTC1858 而言，SDO 的最后 4 位和 2 位将分别输出为零。

应用信息

信噪比

信号与 (噪声 + 失真) 之比是基本输入频率的 RMS 振幅与 A/D 输出端上所有其他频率分量的 RMS 振幅之比。输出被带限至 DC 至二分之一采样频率的频率范围内。如图 12 所示, 在 100kHz 采样频率和 1kHz 输入频率条件下, 典型 SINAD 为 87dB。

总谐波失真

总谐波失真 (THD) 是输入信号所有谐波的 RMS 和与基频本身之比。带外谐波会混入 DC 至二分之一采样频率之间的频段中。THD 的表达式为:

$$THD = 20\log \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 \dots + V_N^2}}{V_1}$$

式中的 V_1 是基频的 RMS 振幅, $V_2 \sim V_N$ 是二次至 N 次谐波的振幅。

电路板布局、电源和去耦

对于高分辨率或高速 ADC, 建议不要使用线绕电路板。为了获得 LTC1857/LTC1858/LTC1859 的最佳性能, 需要采用印刷电路板。印刷电路板的布局应确保数字信号线和模拟信号线尽可能地彼此分开。尤其需要注意的是: 不要沿着模拟信号轨迹或在 ADC 的下方布设任何的数字信号轨迹。应采用 AGND 来对模拟输入进行屏蔽。

在 MUX 与 ADC 相连的应用中, 噪声有可能通过 MUXOUT 至 ADC 的连接走线而耦合至 ADC 中。因此, 缩短 MUXOUT 引脚 (引脚 10、11) 至 ADC 引脚 (引脚 12、13) 连接走线的长度将能够最大限度地缓解该问题。未用的 MUX 输入应接地, 以防止噪声被耦合到输入中。

图 13 示出了有助于获得 12/14/16 位 ADC 的最佳性能电源接地方法。需特别留意模拟和数字接地平面的设计。LTC1857/LTC1858/LTC1859 的

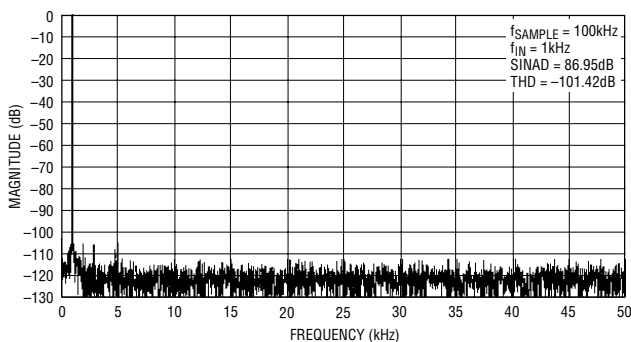


图 12 : LTC1859 非平均 4096 点 FFT 曲线

应用信息

DGND 引脚可连接至模拟接地平面。应把旁路电容器布设在尽可能靠近电源引脚、基准和基准缓冲器输出的地方，这一点非常重要。为了实现 ADC 的低噪声操作，这些旁路电容器必需采用低阻抗的共用回路，而且，这些轨迹的铜箔应可能地宽阔。另外，

由于信号源和 ADC 之间的任何接地电位差均表现为与输入信号串联的误差电压，因此，应注意尽可能地减小接地电路阻抗。数字输出锁存器和板载采样时钟已经被布设在数字接地平面上。在电源接地线路中，两个接地平面是连接在一起的。

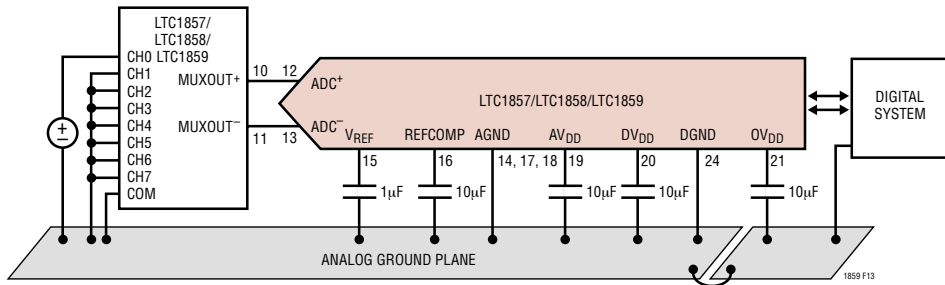


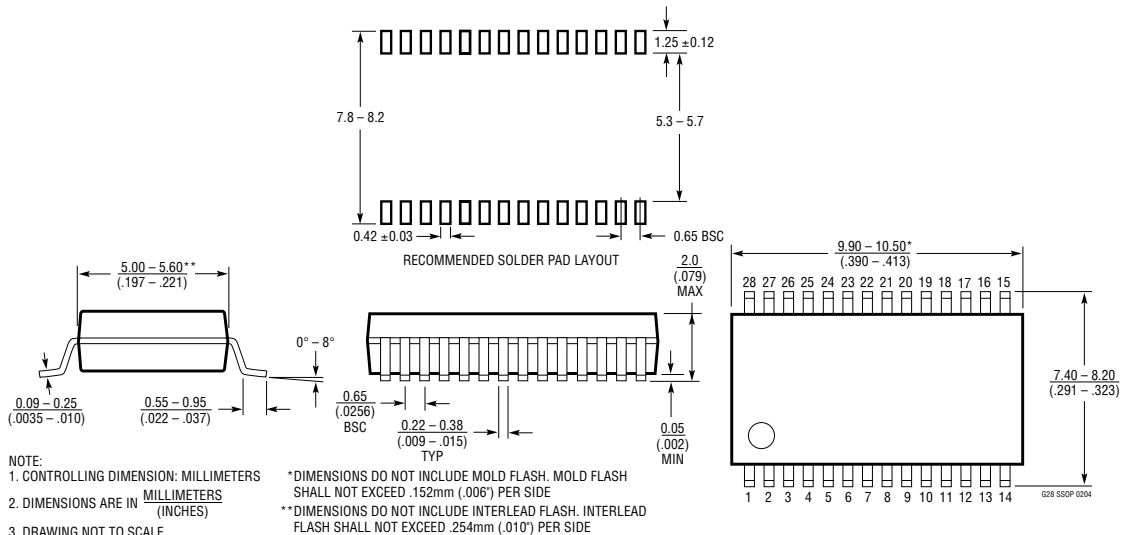
图 13：电源接地惯例

封装描述

G 封装

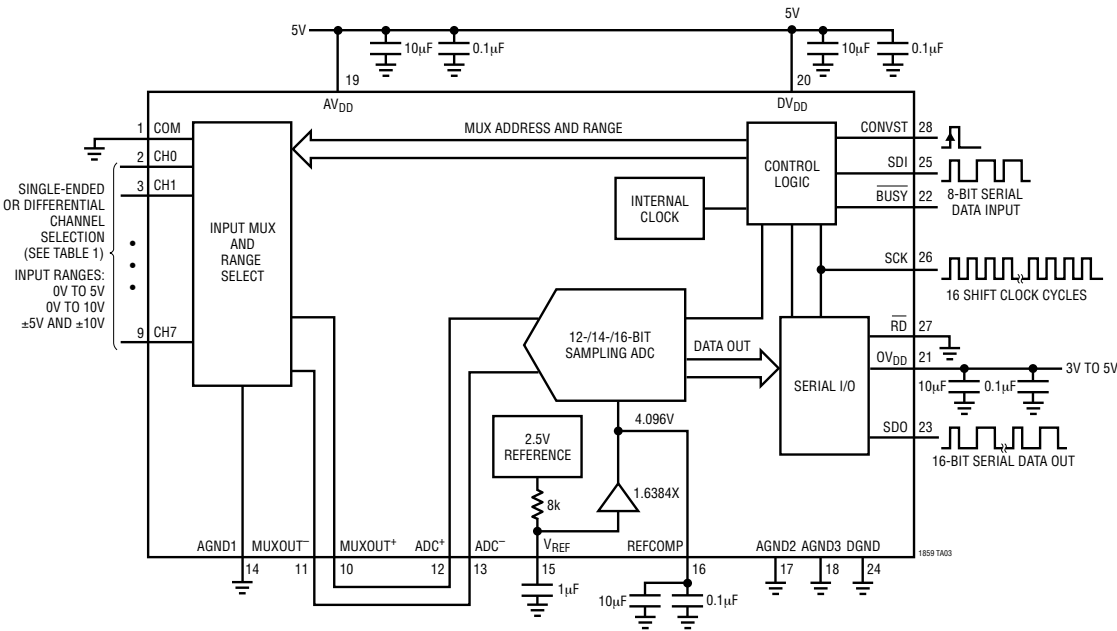
28 引脚塑料 SSOP (5.3mm)

(参考 LTC DWG # 05-08-1640)



LTC1857/LTC1858/LTC1859

典型应用



相关器件

器件型号	描述	备注
采样 ADC		
LTC1417	14 位, 400ksps 串行 ADC	5V 或 $\pm 5V$, 20mW, 81dB SINAD 和 -95dB THD
LTC1418	14 位, 200ksps, 单 5V 或 $\pm 5V$ ADC	15mW, 串行/并行 I/O
LTC1604	16 位, 333ksps, $\pm 5V$ ADC	90dB SINAD, 220mW 功耗, 引脚与 LTC1608 兼容
LTC1605	16 位, 100ksps, 单 5V ADC	$\pm 10V$ 输入, 55mW, 字节或并行 I/O, 引脚与 LTC1606 兼容
LTC1606	16 位, 250ksps, 单 5V ADC	$\pm 10V$ 输入, 75mW, 字节或并行 I/O, 引脚与 LTC1605 兼容
LTC1608	16 位, 500ksps, $\pm 5V$ ADC	90dB SINAD, 270mW 功耗, 引脚与 LTC1604 兼容
LTC1609	16 位, 200ksps 串行 ADC	可配置单极/双极输入, 单 5V 电源
LTC1850/LTC1851	10 位/12 位, 8 通道, 1.25Msps ADC	可编程 MUX 和排序器, 并行 I/O
LTC1852/LTC1853	10 位/12 位, 8 通道, 400ksps ADC	单 3V-5V, 可编程 MUX 和排序器, 并行 I/O
LTC1864/LTC1865	MSOP 封装的 16 位, 1 通道/2 通道, 250ksps ADC	单 5V 电源, 850 μA (具自动停机功能)
LTC1864L/LTC1865L	MSOP 封装的 3V, 16 位, 1 通道/2 通道, 150ksps ADC	单 3V 电源, 450 μA (具自动停机功能)
DAC		
LTC1588/LTC1589	12/14/16 位, 串行, SoftSpan I_{OUT} DAC	软件可选跨度, $\pm 1LSB$ INL/DNL
LTC1592	SO-8 封装的 16 位串行复用 I_{OUT} DAC	$\pm 1LSB$ 最大 INL/DNL, 低干扰, DAC8043 16 位升级
LTC1595	16 位串行复用 I_{OUT} DAC	$\pm 1LSB$ 最大 INL/DNL, 低干扰, AD7543/DAC8143 16 位升级
LTC1596	16 位并行, 复用 DAC	$\pm 1LSB$ 最大 INL/DNL, 低干扰, 四象限电阻器
LTC1597	16 位并行, 复用 DAC	低功率, 低干扰, 四象限乘法
LTC1650	16 位串行 V_{OUT} DAC	
运算放大器		
LT1468/LT1469	单通道/双通道 90MHz, 22V/ μs , 16 位准确度	低输入失调: 75 μV /125 μV 运算放大器