

## CL1680

### 低功耗单通道 16 位 1MSPS SAR ADC

## 概述

CL1680 是一款 16 位电荷再分配逐次逼近型寄存器(SAR)型模数转换器 (ADC)，采用单电源供电。它内置一个低功耗、高速、16 位采样 ADC 和一个多功能串行接口端口。在 CNV 上升沿，该器件对 IN+与 IN-之间的模拟输入电压差进行采样，范围从 0V 至 REF。基准电压(REF)由外部提供，并且可以独立于电源电压(VDD)。功耗和吞吐速率呈线性变化关系。

SPI 兼容串行接口还能够利用 SDI 输入，将几个 ADC 以菊花链形式连接到一条三线式总线上，并提供可选的繁忙指示。采用独立电源 VIO 时，它与 1.8V、2.5V、3.3V 和 5V 逻辑兼容。

CL1680 采用 10 引脚 DFN 封装，工作温度范围为 -40°C 至 +85°C。

## 特性

- 吞吐速度：1MSPS
- 16 位分辨率，无失码
- 微分非线性： $\pm 0.8\text{ LSB}$
- 积分非线性： $\pm 2.0\text{ LSB}$
- 信噪失真比：86dB @1KHz
- 总谐波失真：-100dB @1KHz
- 外部基准：2.5V-5V 可选
- 单模拟电源供电 VDD：2.5V
- 逻辑接口供电 VIO：1.8V~5.5V
- 无流水线延迟
- 可配制输入模式
  - 单端输入
  - 单极性输入
  - 伪差分输入
- SPI 串行接口
- 10 引脚 3mmX3mm DFN 封装
- 功耗：7.7mW @  $F_s=1\text{MSPS}$
- 待机电流：50nA

## 应用

- 电池供电设备
- 通信
- 自动测试设备
- 数据采集
- 医疗仪器

## 功能框图

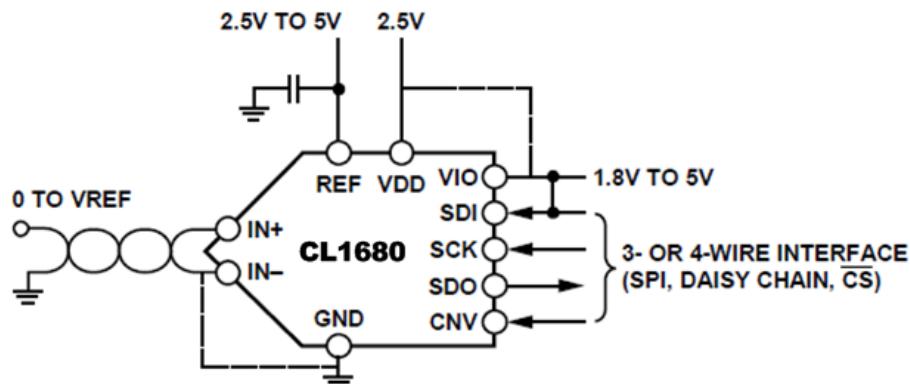


图 1 功能框图

# 目录

概述	1
特性	1
应用	1
功能框图	2
技术规格	4
时序规格	5
引脚配置和功能描述	12
输出码值和理想输入电压	13
典型连接图	13
外形尺寸	14
订货信息	15

## 版本历史

2020 年 12 月 14 日: Rev 1.0

2021 年 3 月 29 日: Rev 1.1

2021 年 8 月 25 日: Rev 1.2

2021 年 10 月 20 日: Rev 1.3

2022 年 5 月 6 日: Rev 1.4

2022 年 9 月 6 日: Rev 1.5

2022 年 11 月 1 日: Rev 1.6

2023 年 5 月 6 日: Rev 1.7

# 技术规格

除非特殊说明 VDD=2.4V至2.6V, VIO=1.8V至5V, VREF=5V, TA = -40°C to +85°C

表格 1 技术规格

参数	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
<b>分辨率</b>		16			Bits
<b>模拟输入</b>					
<b>模拟输入电压范围</b>	单极性模式: IN+ - IN-	0		+V <sub>REF</sub>	V
	伪差分模式: IN+ - IN-	-V <sub>REF</sub> /2		+V <sub>REF</sub> /2	V
<b>绝对输入电压值</b>	正输入(IN+)	-0.1		V <sub>REF</sub> + 0.1	V
	单极性模式: 负输入(IN-)	-0.1	0	0.1	V
	伪差分模式: 负输入(IN-)	V <sub>REF</sub> /2 - 0.1	V <sub>REF</sub> /2	V <sub>REF</sub> /2 + 0.1	V
<b>吞吐速率</b>					
全带宽		0		1	MSPS
<b>直流精度</b>					
无失码		16			Bits
微分非线性误差(DNL)			±0.8		LSB
积分非线性误差(INL)			±2.0		LSB
增益误差			±2		LSB
失调误差			±2		LSB
<b>交流精度</b>					
信噪比(SNR)	f <sub>IN</sub> = 1 kHz		86		dB
信噪失真比(SNDR)	f <sub>IN</sub> = 1 kHz		85		dB
总谐波失真(THD)	f <sub>IN</sub> = 1 kHz		-98		dB
无杂散动态范围(SFDR)	f <sub>IN</sub> = 1 kHz		100		dB
<b>采样动态性能</b>					
-3dB 输入带宽	全带宽		12		MHz
孔径延迟	VDD = 2.5 V		1.5		ns
<b>外部基准源</b>					
电压范围	REF 输入	2.5		5.5	V
<b>数字输入</b>					
输入电压					
Low (VIL)		-0.3		0.3 × VIO	V

High (VIH)		0.7 × VIO		VIO+0.3	V
输入电流					
Low (IIL)		-1		+1	μA
High (IIH)		-1		+1	μA
<b>数字输出</b>					
Low (VIL)					
VoL	Sink current = 500 μA			0.4	V
VoH	Source current = -500 μA	VIO -0.3			V
<b>电源</b>					
VDD		2.4		2.6	V
VIO		1.8		5.5	V
待机电流	@ 25°C		50.0		nA
<b>功耗</b>					
	VDD=2.5V, @Fs=1MSPS		4.4		mW
	VIO=3.3V, @Fs=1MSPS		3.3		mW
	总功耗, @Fs=1MSPS		7.7		mW
<b>温度范围</b>		-40		85	°C

## 时序规格

除非特殊说明 VDD=2.5V, VIO=3.3V, VREF=5V, TA = -40°C to +85°C。

表格 2 时序规格

参数 <sup>1</sup>	符号	最小值	典型值	最大值	单位
转换时间: CNV 上升沿至数据有效	t <sub>CONV</sub>		0.7	0.74	μs
采样时间	t <sub>ACQ</sub>	0.26	0.3		μs
转换间隔时间	t <sub>CYC</sub>	1.0			μs
SCK					ns
周期	t <sub>SCK</sub>	12			ns
下降沿到数据仍然有效	t <sub>HSDO</sub>	3			ns
下降沿到数据有效延迟时间	t <sub>DSDO</sub>			11	ns
CNV					
脉冲宽度	t <sub>CNVH</sub>	100			ns
低电平至 SDO D15 最高位有效	t <sub>EN</sub>			10	ns

CNV 返回高电平至 SDO 返回高阻态	$t_{DIS}$			20	ns
CNV 上升沿至 SDI 有效建立时间	$t_{SSDICONV}$	5			ns
CNV 上升沿至 SDI 有效保持时间	$t_{HSDICONV}$	2			ns

<sup>1</sup> SDO 负载为 5pF。

### CS 模式 (三线式且无繁忙指示)

在将单个 CL1680 连接到兼容 SPI 的数字控制器主机时，通常会使用此模式，相应的时序如图 2 所示。将 SDI 连接到 VIO 时，CNV 上的上升沿启动转换，选择 CS 模式，并强制 SDO 进入高阻态。在最小转换时间逝去前，CNV 必须保持高电平，接着在最大转换时间内保持高电平，以避免生成繁忙信号指示。转换完成后，CL1680 进入采集阶段并关断。

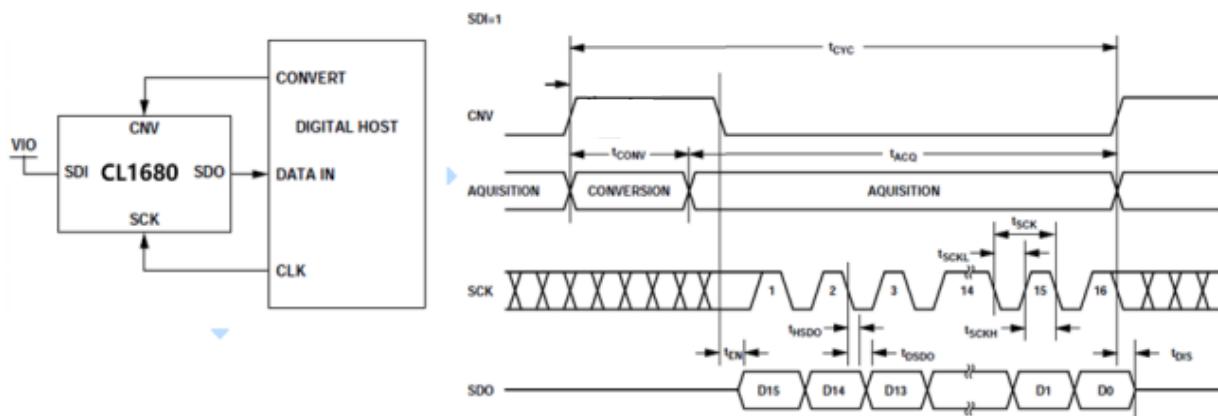


图 2 CS 模式(三线式且无繁忙指示)串行接口时序(SDI 高电平)

### CS 模式 (三线式且有繁忙指示)

在将单个 CL1680 连接到具有中断输入的兼容 SPI 的数字控制器主机时，通常会使用此模式，相应的时序如图 3 所示。将 SDI 连接到 VIO 时，CNV 上的上升沿启动转换，选择 CS 模式，并强制 SDO 进入高阻态。CNV 必须在最小转换时间逝去前保持低电平，接着在最大转换时间内保持低电平，以保证生成繁忙信号指示。转换完成时，SDO 从高阻态变为低阻态。结合 SDO 线路上的上拉，此转换可用作中断信号，以启动由数字主机控制的数据读取。CL1680 接着进入采集阶段并关断。数据位则在随

后的 SCK 下降沿逐个输出，MSB 优先。数据在 SCK 的上升沿和下降沿均有效。虽然上升沿可以用于捕捉数据，但使用 SCK 下降沿的数字主机能实现更快的读取速率，只要它具有合理的保持时间。当 CNV 变为高电平时，SDO 返回高阻态。

如果同时选择多个 CL1680，SDO 输出引脚可在不造成损坏或引起闩锁的情况下处理此竞争。同时，建议此竞争尽可能短暂，以限制额外功耗。

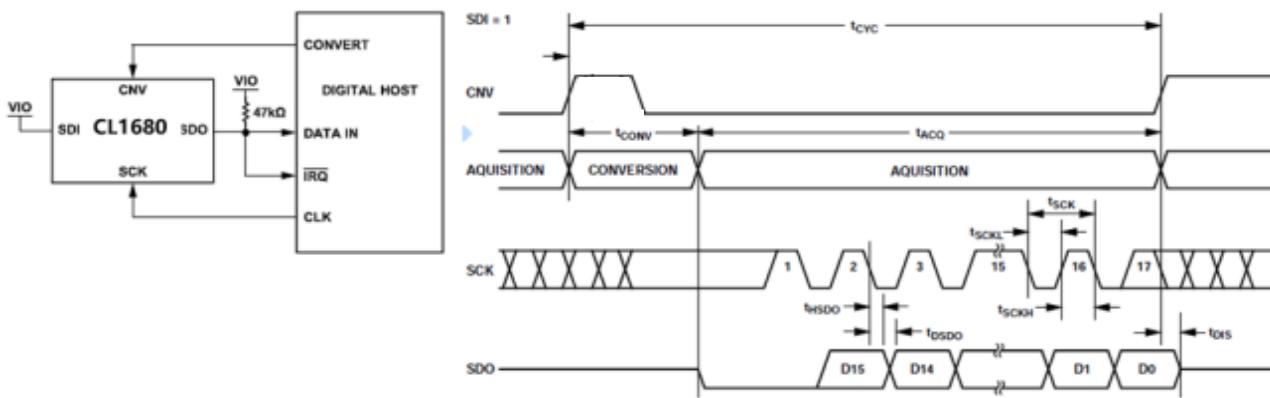


图 3 CS 模式 (三线式且有繁忙指示)

#### CS 模式 (四线式且无繁忙指示)

在将多个 CL1680 连接到 SPI 兼容数字主机时，通常会使用此模式。使用两个 CL1680 的连接图和相应的时序如图 4 所示。将 SDI 置为高电平时，CNV 上的上升沿启动转换，选择 CS 模式，并强制 SDO 进入高阻态。此模式下，CNV 在转换阶段和随后的数据回读期间必须保持高电平。(如果 SDI 和 CNV 为低电平，SDO 变为低电平)。最小转换时间之前，SDI 可用于选择其它 SPI 器件，如模拟多路复用器，但 SDI 必须在最小转换时间逝去前返回高电平，接着在最大转换时间内保持高电平，以避免生成繁忙信号指示。

转换完成后，CL1680 进入采集阶段并关断。每个 ADC 结果可通过将 SDI 输入拉低来读取，从而将 MSB 输出至 SDO。剩余数据位则在随后的 SCK 下降沿逐个输出。数据在 SCK 的上升沿和下降沿均有效。虽然上升沿可以用于捕捉数据，但使用 SCK 下降沿的数字主机能实现更快的读取速率，只要它具有合理的保持时

间。当 SDI 变为高电平时，SDO 返回高阻态，可读取另一个 CL1680。

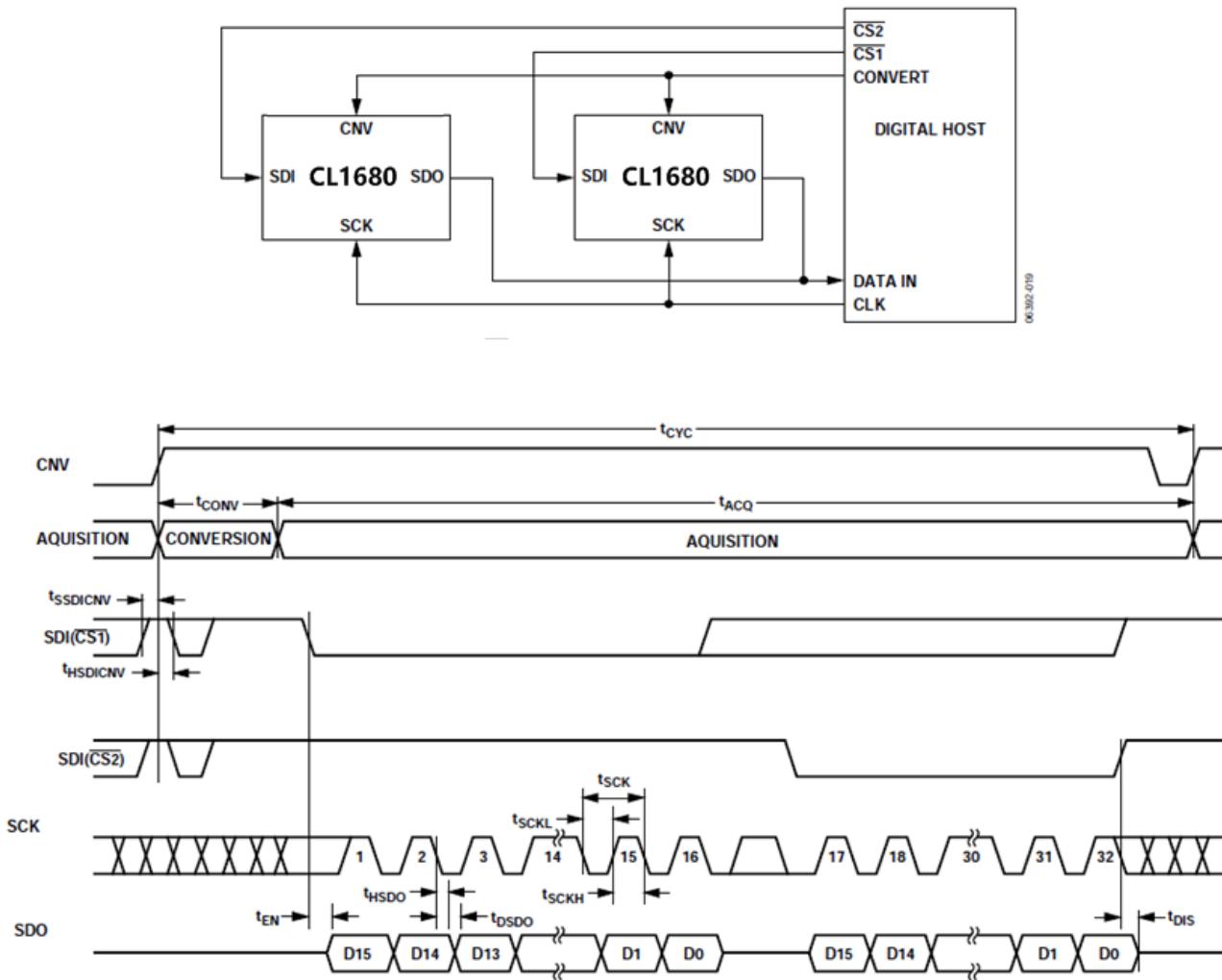


图 4 CS 模式 (四线式且无繁忙指示)

### CS 模式 (四线式且有繁忙指示)

在将单个 CL1680 连接到具有中断输入的 SPI 兼容数字主机时，以及用于采样模拟输入的 CNV 与用于选择数据读取的信号需要相互保持独立时，通常会使用此模式。该要求在需要 CNV 低抖动的应用中尤其重要，相应的时序如图 5 所示。将 SDI 置为高电平时，CNV 上的上升沿启动转换，选择 CS 模式，并强制 SDO 进入高阻态。此模式下，CNV 在转换阶段和随后的数据回读期间必须保持高电平。(如果 SDI 和 CNV 为低电平，SDO 变为低电平。)最小转换时间之前，SDI 可用于选择其它 SPI 器件，如模拟多路复用器，但 SDI 必须

在最小转换时间逝去前返回低电平，接着在最大转换时间内保持低电平，以保证生成繁忙信号指示。转换完成时，SDO 从高阻态变为低阻态。

结合 SDO 线路上的上拉，此转换可用作中断信号，以启动由数字主机控制的数据回读。CL1680 接着进入采集阶段并关断。数据位则在随后的 SCK 下降沿逐个输出，MSB 优先。数据在 SCK 的上升沿和下降沿均有效。虽然上升沿可以用于捕捉数据，但使用 SCK 下降沿的数字主机能实现更快的读取速率，只要它具有合理的保持时间。当 SDI 变为高电平时，SDO 返回高阻态。

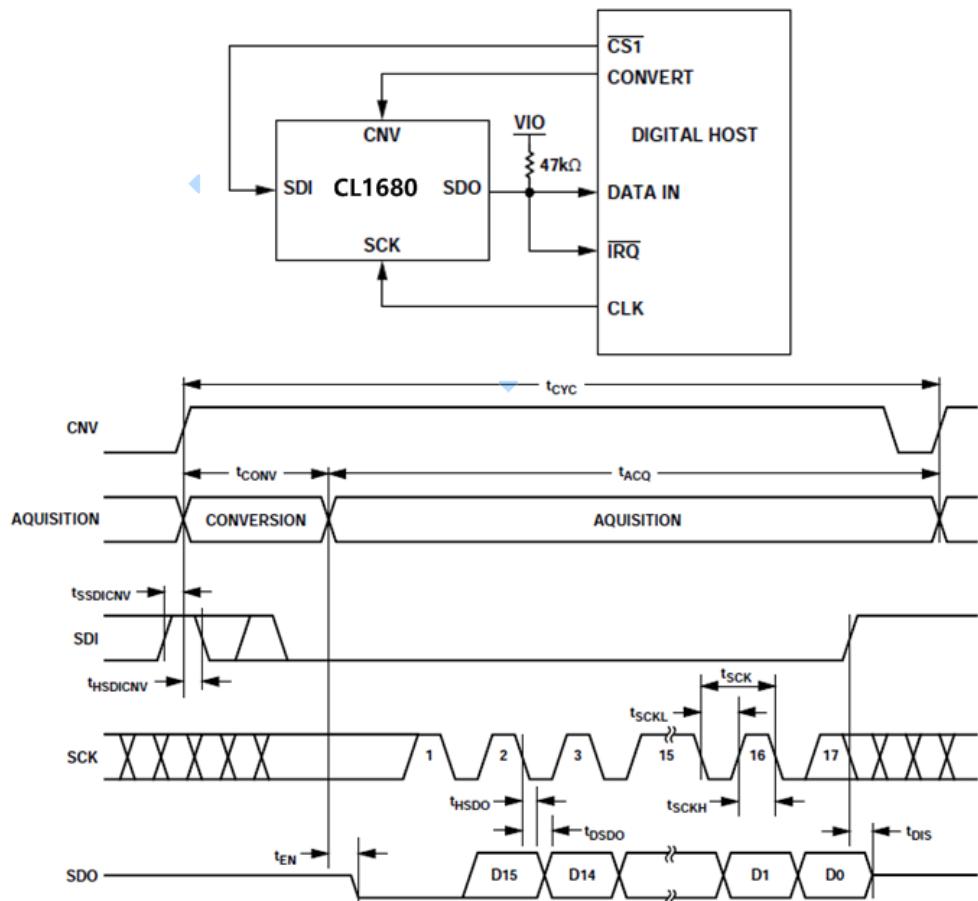


图 5 CS 模式 (四线式且有繁忙指示)

### 链模式 (无繁忙指示)

此模式可用于在三线式串行接口上以菊花链形式连接多个 CL1680。这一特性有助于减少器件数量和线

路连接；例如在隔离式多转换器应用或接口能力有限的系统中。数据回读与读取移位寄存器相似。使用两个 CL1680 的连接图和相应的时序如图 6 所示。

SDI 和 CNV 为低电平时，SDO 变为低电平。将 SCK 置为低电平时，CNV 上的上升沿启动转换，选择链模式，并禁用繁忙指示。此模式下，CNV 在转换阶段和随后的数据回读期间保持高电平。转换完成后，MSB 输出至 SDO，而 CL1680 进入采集阶段并关断。存储在内部移位寄存器中的剩余数据位则在随后的 SCK 下降沿逐个输出。对于每个 ADC，SDI 馈入内部移位寄存器的输入，并通过 SCK 下降沿逐个输出。链内每个 ADC 首先输出数据 MSB，回读 N 个 ADC 需要  $16 \times N$  个时钟。数据在 SCK 的上升沿和下降沿均有效。虽然上升沿可以用于捕捉数据，但使用 SCK 下降沿的数字主机能实现更快的读取速率，从而在链中容纳更多 CL1680，只要数字主机具有合理的保持时间。最大转换速率可因总回读时间而降低。

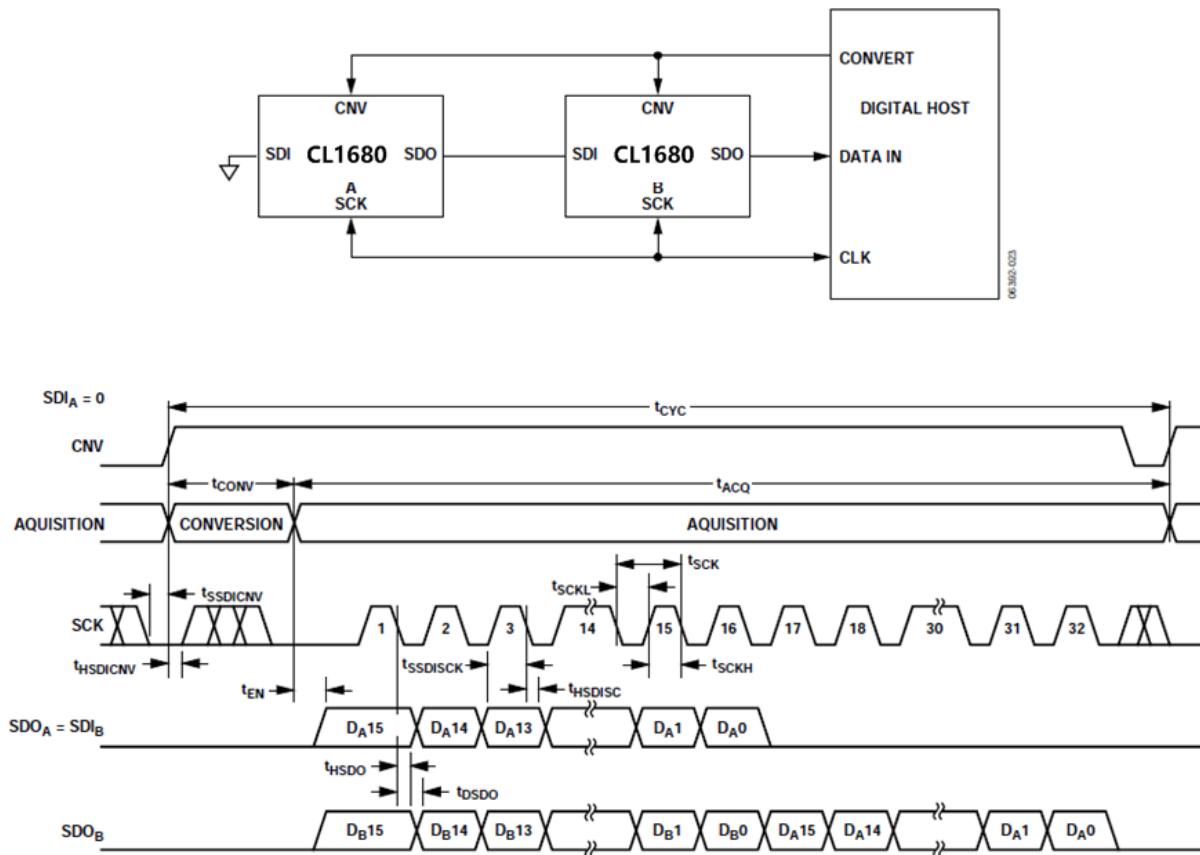


图 6 链模式 (无繁忙指示)

### 链模式 (有繁忙指示)

此模式也可用于在三线式串行接口上以菊花链形式连接多个 CL1680，同时提供繁忙指示。这一特性有

助于减少器件数量和线路连接；例如在隔离式多转换器应用或接口能力有限的系统中。数据回读与读取移位寄存器相似。使用三个 CL1680 的连接图和相应的时序如图 7 所示。

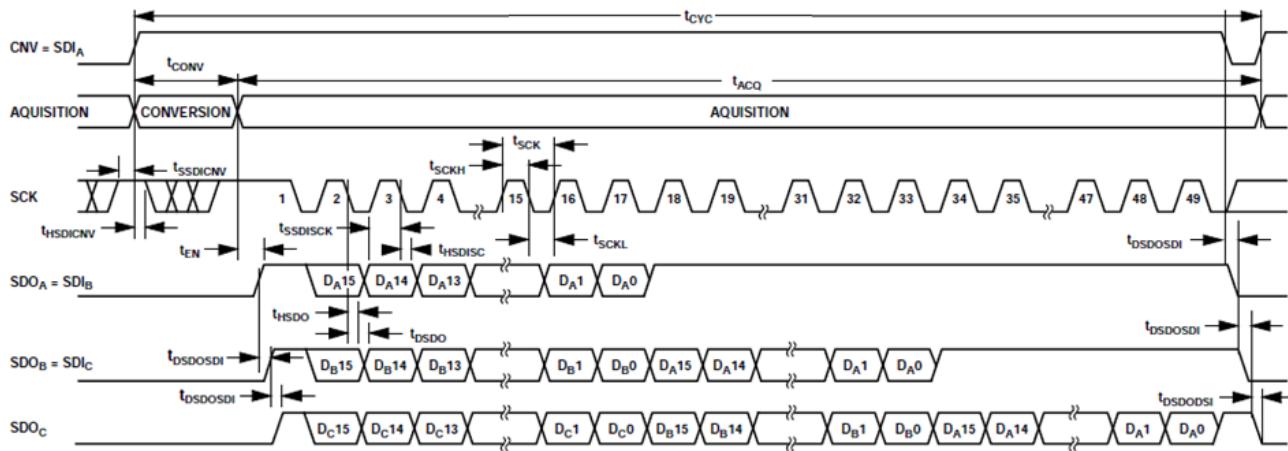
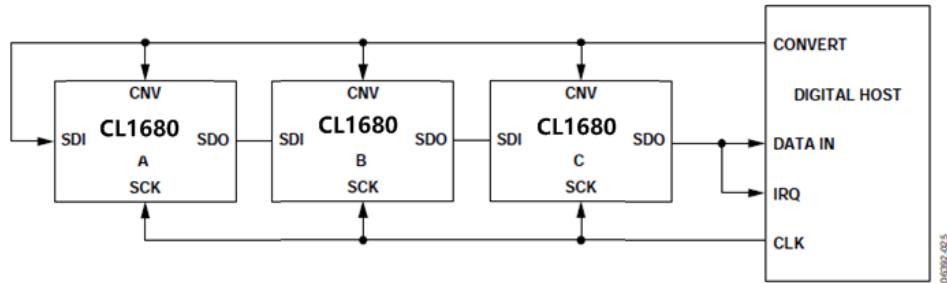


图 7 链模式 (有繁忙指示)

## 引脚配置和功能描述

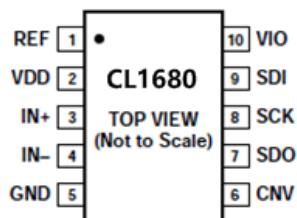


图 8 引脚配置示意图

表格 3 引脚功能描述

管脚编号	管脚名称	类型	描述
1	REF	模拟输入	基准输入电压。REF 范围为 2.5 或 5V。此引脚参考 GND 引脚，应通过与之靠近的 10uF 电容去耦至 GND 引脚。
2	VDD	电源	2.5V 电源。
3	IN+	模拟输入	模拟输入正端引脚，参考 IN-。输入电压范围(例如，IN+与 IN-的差值)为 0 V 至 REF。
4	IN-	模拟输入	模拟输入负端引脚。
5	GND	电源	电源地。
6	CNV	数字输入	转换输入。此输入具有多个功能。在上升沿可启动转换并选择器件的接口模式：链模式或 CS 模式。CS 模式下，CNV 为低电平时 SDO 引脚使能。链模式下，数据应在 CNV 为高电平时读取。
7	SDO	数字输出	串行数据输出。转换结果通过此引脚输出。它与 SCK 同步。
8	SCK	数字输入	串行数据时钟输入。器件被选择时，转换结果通过此时钟移出。
9	SDI	数字输入	串行数据输入。此输入提供多个功能。如下选择 ADC 接口模式： 如果 SDI 在 CNV 上升沿期间为低电平，则选择链模式。此模式下，SDI 用作数据输入，以将两个或更多 ADC 的转换结果以菊花链方式传输到单一 SDO 线路上。SDI 上的数字数据电平通过 SDO 输出，延迟 16 个 SCK 周期。 如果 SDI 在 CNV 上升沿期间为高电平，则选择 CS 模式。此模式下，SDI 或 CNV 在低电平时均可使能串行输出信号。当转换完成时，如果 SDI 或 CNV 为低电平，繁忙指示功能被使能。
10	VIO	电源	输入/输出接口数字电源。此引脚的标称电源与主机接口电源相同(1.8 V、2.5 V、3.3 V 或 5 V)。

# 输出码值和理想输入电压

表格 4 输出码值和理想输入电压

描述	单极性输入 VREF= 5.0V	输出码值
<b>FSR - 1 LSB</b>	4.9999237 V	0xFFFF
<b>Midscale + 1 LSB</b>	2.5000763 V	0x8001
<b>Midscale</b>	2.5 V	0x8000
<b>Midscale - 1 LSB</b>	2.4999237 V	0x7FFF
<b>-FSR + 1 LSB</b>	76.3 $\mu$ V	0x0001
<b>-FSR</b>	0 V	0x0000

## 典型连接图

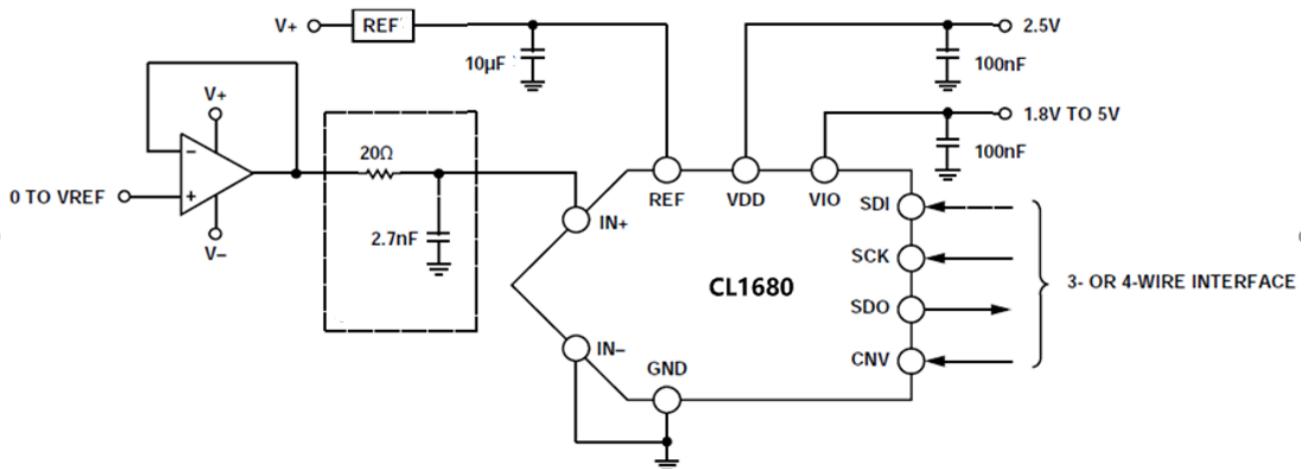
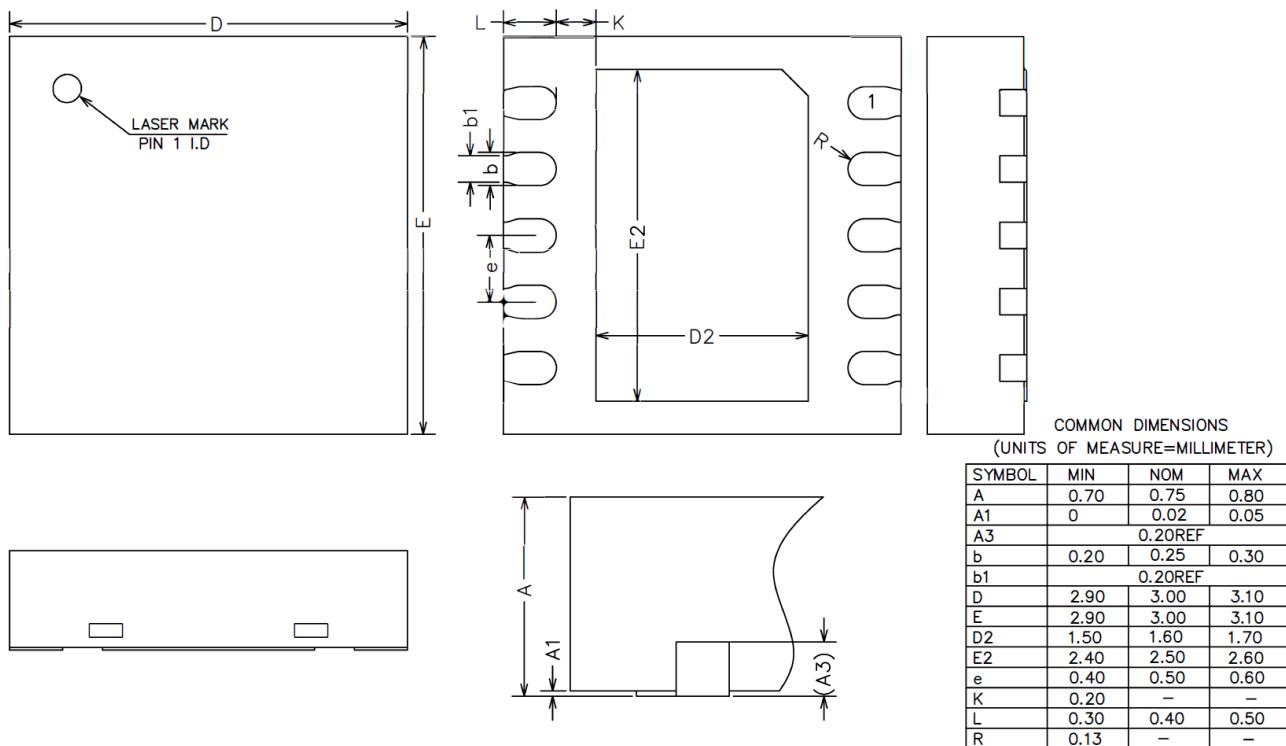


图 9 典型连接图

## 外形尺寸



NOTE:

ALL DIMENSIONS REFER TO JEDEC STANDRAD MO-229 WEED-5.

图 11 DFN3x3-10L 封装 单位:mm

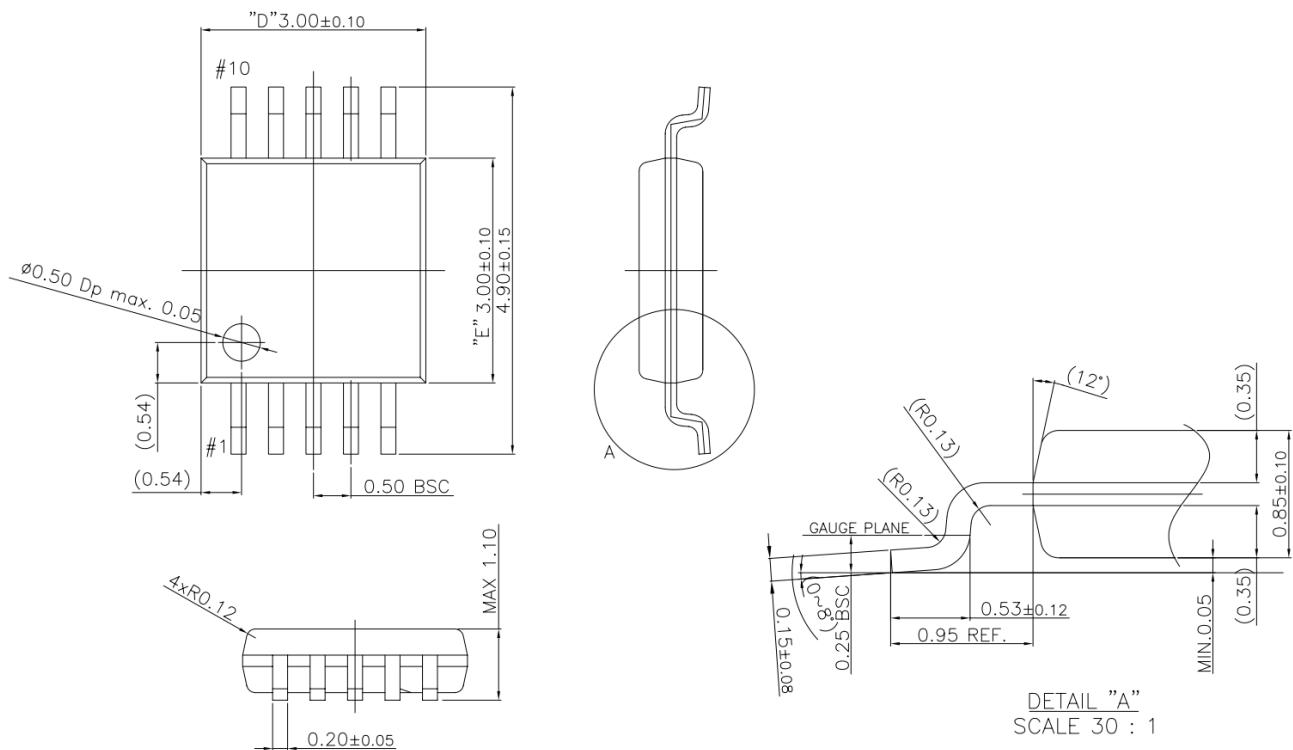


图 12 MSOP3x3-10L 封装 单位:mm

## 订货信息

表格 5 订货信息

型号	封装描述	封装	包装
CL1680-DD	10-lead DFN(3mmx3mm)	DFN3x3-10	1000/reel
CL1680-SD	10-lead MSOP(3mmx3mm)	MSOP3x3-10	1000/reel