

具 10ppm/°C 基准的 四通道、12/10/8 位 PWM 至 V_{OUT} DAC

特点

- 无延迟 PWM 至电压转换
- 电压输出可在 8μs 之内实现更新和稳定
- 100kHz 至 30Hz PWM 输入频率
- ±2.5LSB 最大 INL；±1LSB 最大 DNL (LTC2645-12)
- 保证具有单调性
- 引脚可选的内部或外部基准
- 2.7V 至 5.5V 电源范围
- 1.71V 至 5.5V 输入电压范围
- 低功率：4mA (在 3V)，<1μA (断电时)
- 保证工作温度范围：-40°C 至 125°C
- 16 引脚 MSOP 封装

应用

- 数字校准
- 修整和调节
- 电平设定
- 过程控制和工业自动化
- 仪表
- 汽车

描述

LTC®2645 是一个 4 通道 12 位、10 位和 8 位 PWM 至电压输出 DAC 系列，其具有一个集成型高精度、低漂移、10ppm/°C 基准，内置于 16 引脚 MSOP 封装。这款器件具有轨至轨输出缓冲器，并保证具有单调特性。

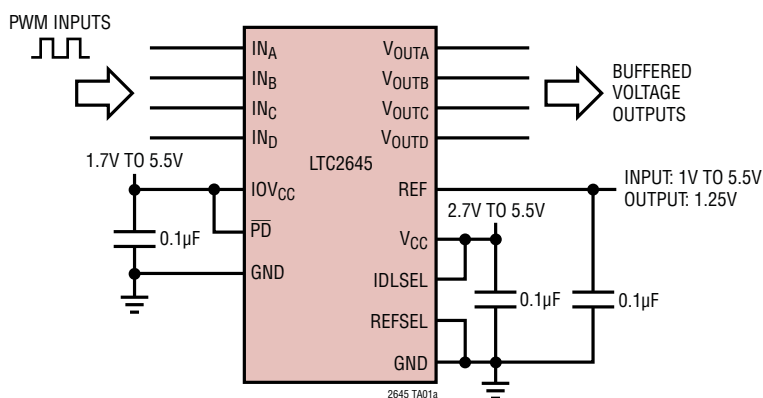
LTC2645 可测量 PWM 输入信号和周期和脉冲宽度，并在每个对应的 PWM 输入上升沿之后更新电压输出 DAC。DAC 输出通常在 8μs 之内完成更新并稳定至 12 位准确度，并能供应和吸收高达 5mA (3V) 或 10mA (5V) 的电流，从而消除了电压纹波并可替代动作缓慢的模拟滤波器和缓冲放大器。

LTC2645 具有一个 2.5V 全标度输出，采用 10ppm/°C 内部基准。它可以采用一个外部基准来运作，该外部基准负责将全标度输出设定为与外部基准电压相等。当 PWM 输入保持不变超过 60ms 时，每个 DAC 将进入一种引脚可选的空闲状态。该器件采用单 2.7V 至 5.5V 电源供电运作，并支持 1.71V 至 5.5V 的 PWM 输入电压。

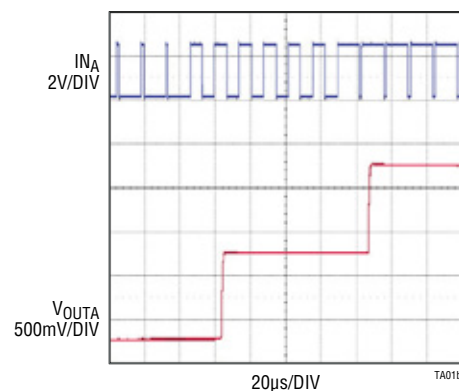
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology 和 Linear 标识是凌力尔特公司的注册商标。所有其他商标均为其各自拥有者的产权。
 受包括第 5396245、5859606、6891433、6937178、7414561 号美国专利的保护。

典型应用

4 通道 PWM 至电压输出 DAC



PWM 输入至 DAC 输出



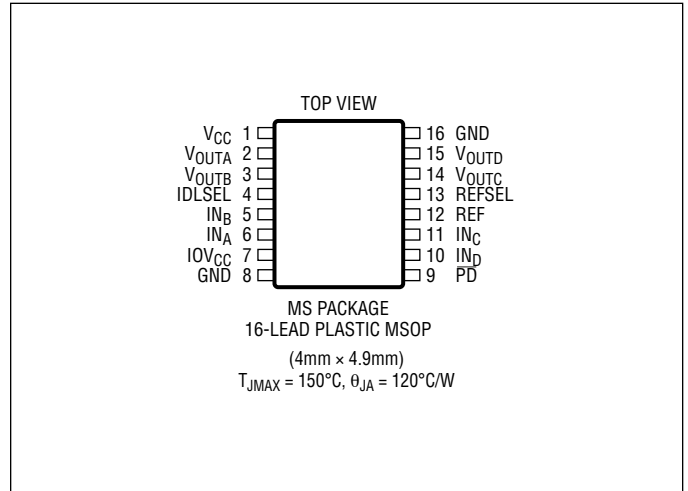
LTC2645

绝对最大额定值

(注 1、2)

电源电压 (V_{CC} , IOV_{CC})	-0.3V 至 6V
IN_A , IN_B , IN_C , IN_D	-0.3V 至 6V
IDLSEL, \overline{PD} , REFSEL	-0.3V 至 6V
V_{OUTA} , V_{OUTB} , V_{OUTC} , V_{OUTD}	-0.3V 至 $\text{Min}(V_{CC} + 0.3V, 6V)$
REF	-0.3V 至 $\text{Min}(V_{CC} + 0.3V, 6V)$
工作温度范围	
LTC2645C	0°C 至 70°C
LTC2645I	-40°C 至 85°C
LTC2645H	-40°C 至 125°C
最大结温	150°C
贮存温度范围	-65°C 至 150°C
引脚温度 (焊接时间 10 秒)	300°C

引脚配置



订购信息

LTC2645	C	MS	-L	12	#TR	PBF
						无铅指示符
						卷带 TR = 2,500 片卷带
						分辨率 12 = 12 位 10 = 10 位 8 = 8 位
						全标度电压，内部基准模式 L = 2.5V
						封装类型 MS = 16 引脚 MSOP
						温度等级 C = 商用温度范围 (0°C 至 70°C) I = 工业温度范围 (-40°C 至 85°C) H = 汽车温度范围 (-40°C 至 125°C)
						产品器件型号

对于规定工作温度范围更宽的器件，请咨询凌力尔特公司。
有关非标准含铅涂层器件的信息，请咨询凌力尔特公司。

如需了解更多有关无铅器件标记的信息，请登录：<http://www.linear.com.cn/leadfree/>
如需了解更多有关卷带规格的信息，请登录：<http://www.linear.com.cn/tapeand reel/>

产品选择指南

器件型号	器件标记*	分辨率	通道	采用内部基准的 VFS	最大 INL	封装描述
LTC2645-L12	645L12	12 位	4	2.5V	±2.5LSB	16 引脚塑料 MSOP
LTC2645-L10	645L10	10 位	4	2.5V	±1.0LSB	16 引脚塑料 MSOP
LTC2645-L8	2645L8	8 位	4	2.5V	±0.5LSB	16 引脚塑料 MSOP

* 温度等级请见集装箱上的标识。

LTC2645

电气特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{CC} = 2.7\text{V}$ 至 5.5V ， V_{OUT} 未加载，除非特别注明。

LTC2645-L12/-L10/-L8 ($V_{FS} = 2.5\text{V}$)

符号	参数	条件	LTC2645-L12			LTC2645-L10			LTC2645-L8			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	
DC 性能												
	分辨率		●	8		10		12				位
	单调性	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准 (注 3)	●	8		10		12				位
DNL	差分非线性	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准 (注 3)	●		± 0.5		± 0.5		± 1			LSB
INL	积分非线性	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准 (注 3)	●	± 0.05	± 0.5	± 0.2	± 1	± 1	± 2.5			LSB
ZSE	零标度误差	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准，代码 = 0	●	0.5	5	0.5	5	0.5	5			mV
V_{OS}	偏移误差	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准 (注 4)	●	± 0.5	± 5	± 0.5	± 5	± 0.5	± 5			mV
V_{OSTC}	V_{OS} 温度系数	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准 (注 9)		± 10		± 10		± 10				$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
GE	增益误差	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准	●	± 0.2	± 0.8	± 0.2	± 0.8	± 0.2	± 0.8			%FSR
GE _{TC}	增益温度系数	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准 (注 9)		10		10		10				ppm/ $^\circ\text{C}$
		C 级		10		10		10				ppm/ $^\circ\text{C}$
		I 级		10		10		10				ppm/ $^\circ\text{C}$
		H 级		10		10		10			ppm/ $^\circ\text{C}$	
	负载调节	内部基准，中间标度， $V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$ ， $-5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{mA}$	●	0.009	0.016	0.035	0.064	0.14	0.256			LSB/mA
		$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ ， $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.009	0.016	0.035	0.064	0.14	0.256			LSB/mA
R_{OUT}	DC 输出阻抗	内部基准，中间标度， $V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$ ， $-5\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 5\text{mA}$	●	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156			Ω
		$V_{CC} = 5\text{V} \pm 10\%$ ， $-10\text{mA} \leq I_{OUT} \leq 10\text{mA}$	●	0.09	0.156	0.09	0.156	0.09	0.156			Ω

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{OUT}	DAC 输出范围	外部基准 内部基准		0 至 V_{REF} 0 至 2.5		V V
PSR	电源抑制	$V_{CC} = 3\text{V} \pm 10\%$ 或 $5\text{V} \pm 10\%$		-80		dB
I_{SC}	短路输出电流 (注 5) 吸收 供应	$V_{FC} = V_{CC} = 5.5\text{V}$ 零标度； V_{OUT} 短路至 V_{CC}	●	27	48	mA
		全标度； V_{OUT} 短路至 GND	●	-28	-48	mA

电源

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{CC}	正电源电压	对于规定的性能	●	2.7	5.5	V
IOV_{CC}	数字输入电源电压	对于规定的性能	●	1.71	5.5	
I_{CC}	电源电流 (注 6)	$V_{CC} = 3\text{V}$ ，内部基准	●	4	5	mA
		$V_{CC} = 5\text{V}$ ，内部基准	●	6.4	8	mA
$I_{CC}(IOV_{CC})$	电源电流， IOV_{CC} (注 6)	$IOV_{CC} = 5\text{V}$	●	25	50	μA
I_{SD}	断电模式中的电源电流 (注 6)	$V_{CC} = 5\text{V}$ ， $\overline{PD} = 0\text{V}$	●	0.5	5	μA
$I_{SD}(IOV_{CC})$	断电模式中的电源电流， IOV_{CC} (注 6)	$IOV_{CC} = 5\text{V}$ ， $\overline{PD} = 0\text{V}$	●	0.5	5	μA

电气特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{CC} = 2.7\text{V}$ 至 5.5V ， V_{OUT} 未加载，除非特别注明。

LTC2645-L12/-L10/-L8 ($V_{FS} = 2.5\text{V}$)

符号	参数	条件	最小值	最大值	最大值	单位
基准输入						
V_{REF}	输入电压范围		● 1		V_{CC}	V
	电阻		● 120	160	200	k Ω
	电容			7.5		pF
I_{REF}	基准电流，断电模式	DAC 断电	●	0.005	1.5	μA
基准输出						
	输出电压		● 1.24	1.25	1.26	V
	基准温度系数	(注 9)		± 10		ppm/ $^\circ\text{C}$
	输出阻抗			0.5		k Ω
	容性负载驱动			10		μF
	短路电流	$V_{CC} = 5.5\text{V}$ ，REF 短路至 GND		2.5		mA
数字输入 (IN_A、IN_B、IN_C、IN_D、\overline{PD})						
V_{IH}	数字输入高电压		● $0.8 \cdot IOV_{CC}$			V
V_{IL}	数字输入低电压		●		0.5	V
I_{LK}	数字输入泄漏	$IN_A/IN_B/IN_C/IN_D = \text{GND}$ 至 IOV_{CC}	●		± 1	μA
C_{IN}	数字输入电容	(注 7)	●		5	pF
AC 性能						
t_S	从 $IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$ 上升沿的稳定时间 (注 8)	$\pm 0.39\%$ (在 8 位时为 $\pm 1\text{LSB}$) $\pm 0.098\%$ (在 10 位时为 $\pm 1\text{LSB}$) $\pm 0.024\%$ (在 12 位时为 $\pm 1\text{LSB}$)		7.0		μs
	电压输出摆率			7.4		μs
	容性负载驱动			7.8		μs
	电压输出摆率			1.0		V/ μs
	容性负载驱动			500		pF
	毛刺脉冲	在中间标度转换		2.1		nV \cdot s
	DAC 至 DAC 串扰	1 个 DAC 保持在 FS，一个 DAC 从 0 切换至 FS		0.9		nV \cdot s
	乘法带宽	外部基准		320		kHz
e_n	输出电压噪声密度	在 $f = 1\text{kHz}$ ，外部基准 在 $f = 10\text{kHz}$ ，外部基准 在 $f = 1\text{kHz}$ ，内部基准 在 $f = 10\text{kHz}$ ，内部基准		180		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
	输出电压噪声	0.1Hz 至 10Hz，外部基准 0.1Hz 至 10Hz，内部基准 0.1Hz 至 200kHz，外部基准 0.1Hz 至 200kHz，内部基准 $C_{REF} = 0.1\mu\text{F}$		35 40 680 730		nV _{p-p} nV _{p-p} nV _{p-p} nV _{p-p}

LTC2645

电气特性 凡标注 ● 表示该指标适合整个工作温度范围，否则仅指 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{CC} = 2.7\text{V}$ 至 5.5V ， V_{OUT} 未加载，除非特别注明。

LTC2645-L12/-L10/-L8 ($V_{FS} = 2.5\text{V}$)

符号	参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
t_{PWH}	$IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$ 高电平时间		● 25			ns
t_{PWL}	$IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$ 低电平时间		● 25			ns
t_{PER}	$IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$ 上升沿至上升沿周期	LTC2645-L12	● 0.160		33	ms
		LTC2645-L10	● 0.040		3	ms
		LTC2645-L8	● 0.010		33	ms
t_3	$IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$ 空闲模式超时		● 50		70	ms
t_4	$IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$ 上升沿至 DAC 更新延迟			3.2		μs
f_{MAX}	$IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$ 频率	LTC2645-L12	● 0.03		6.25	kHz
		LTC2645-L10	● 0.03		25	kHz
		LTC2645-L8	● 0.03		100	kHz

注 1： 高于“绝对最大额定值”部分所列数值的应力有可能对器件造成永久性的损坏。在任何绝对最大额定值条件下暴露的时间过长都有可能影响器件的可靠性和使用寿命。

注 2： 所有电压均以 GND 为基准。

注 3： 线性度和单调性在代码 16 至代码 4095 (LTC2645-12)、代码 4 至代码 1023 (LTC2645-10) 或代码 1 至代码 255 (LTC2645-8) 的范围内定义。

注 4： 从在代码 16 (LTC2645-12)、代码 4 (LTC2645-10) 或代码 1 (LTC2645-8) 以及全标度下的测量结果推断。

注 5： 该 IC 备有用于在短暂过载条件下对器件提供保护的电流限制功能。在电流限制期间结温会超过额定最大值。在高于规定的最大工作结温条件下连续运作有可能损害器件的可靠性。

注 6： 在 0V 或 $10V_{CC}$ 的 IN_x 。

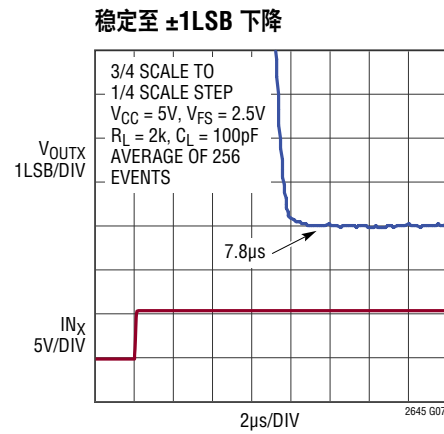
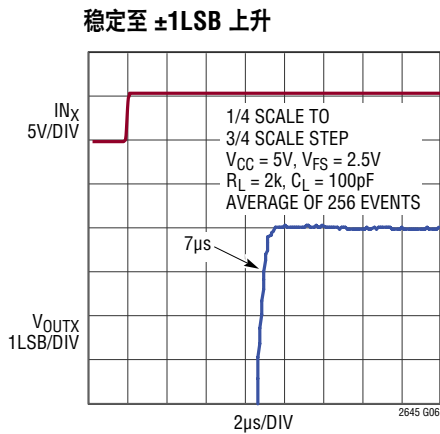
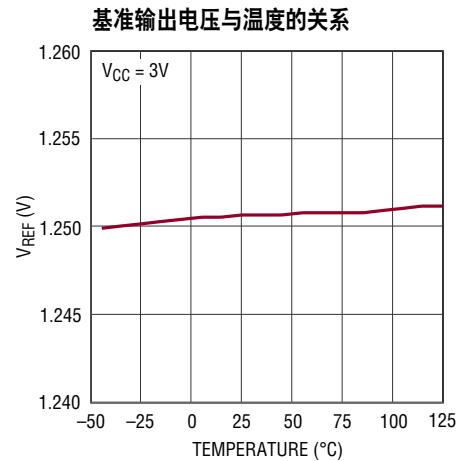
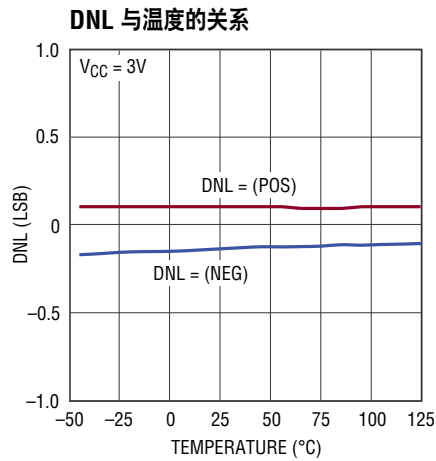
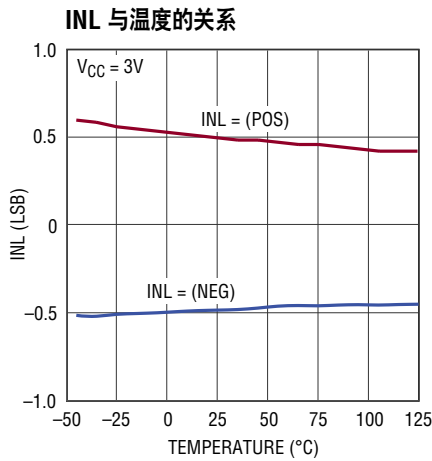
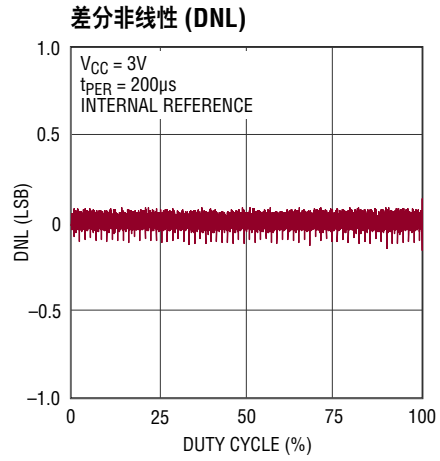
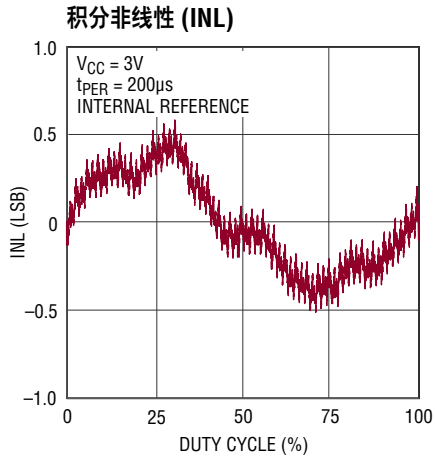
注 7： 由设计提供保证，未经生产测试。

注 8： 内部基准模式。DAC 从 $1/4$ 标度阶跃至 $3/4$ 标度和从 $3/4$ 标度阶跃至 $1/4$ 标度。负载是 $2\text{k}\Omega$ 电阻与 100pF (连接至 GND) 电容的并联。

注 9： 温度系数通过用输出电压的最大变化除以规定的温度范围进行计算。

典型性能特征 ($T_A = 25^\circ\text{C}$, 除非特别注明。)

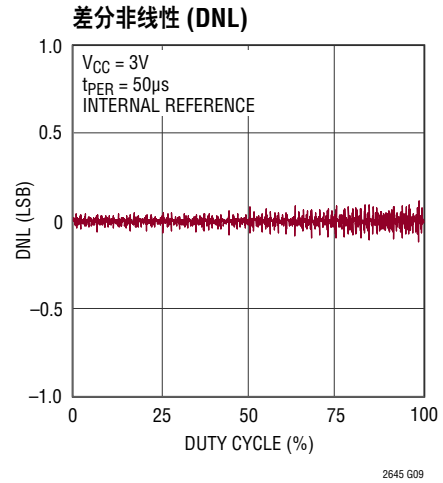
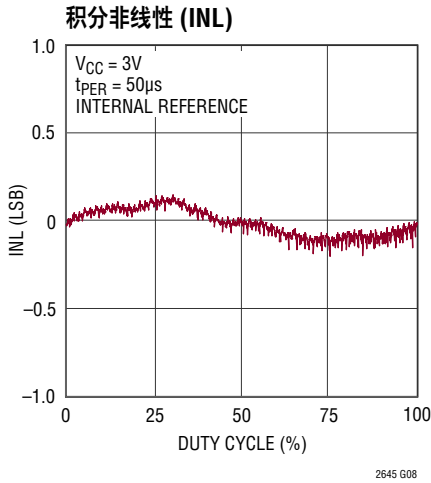
LTC2645-12 (内部基准, $V_{FS} = 2.5\text{V}$)



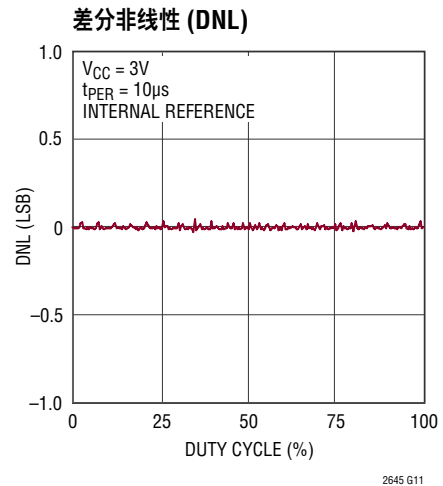
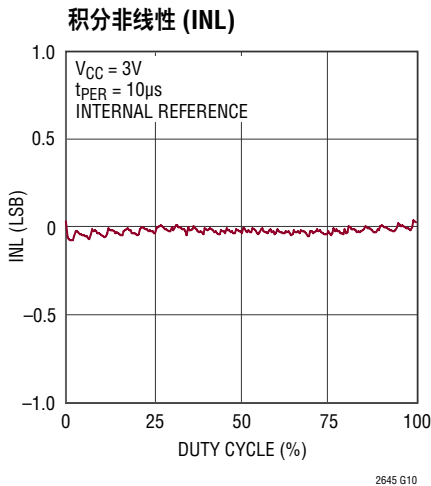
LTC2645

典型性能特征 (T_A = 25°C, 除非特别注明。)

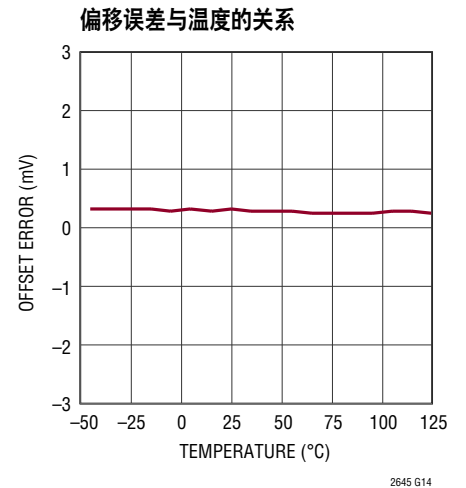
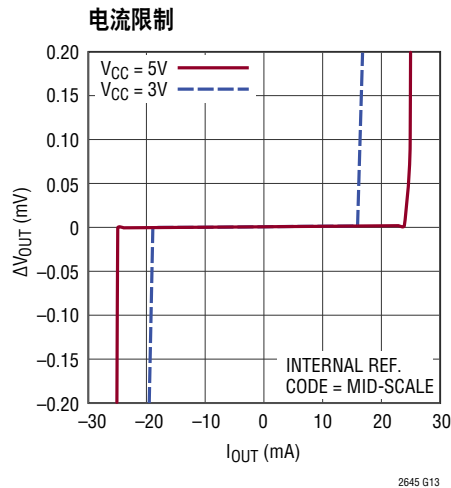
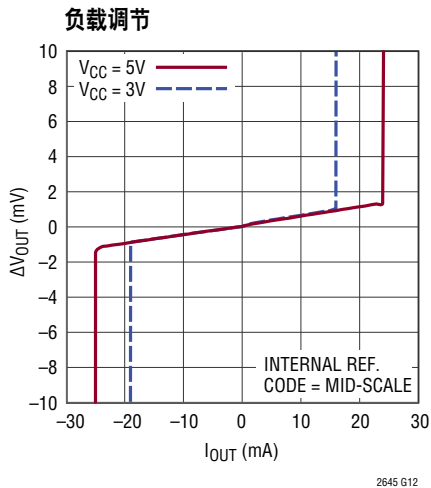
LTC2645-10 (内部基准, V_{FS} = 2.5V)



LTC2645-8 (内部基准, V_{FS} = 2.5V)



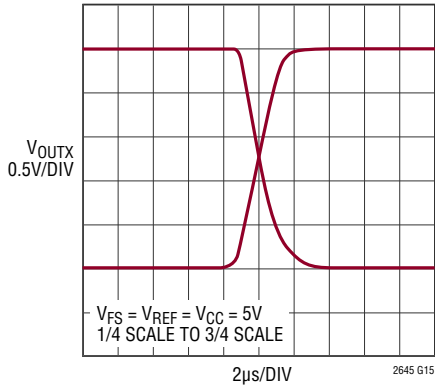
LTC2645



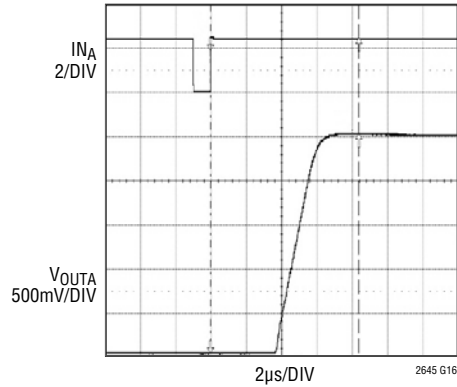
典型性能特征 ($T_A = 25^\circ\text{C}$, 除非特别注明。)

(内部基准, $V_{FS} = 2.5\text{V}$)

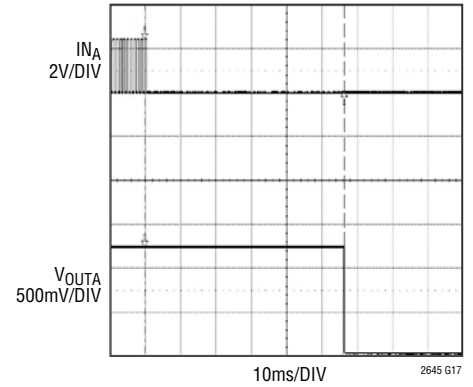
大信号响应



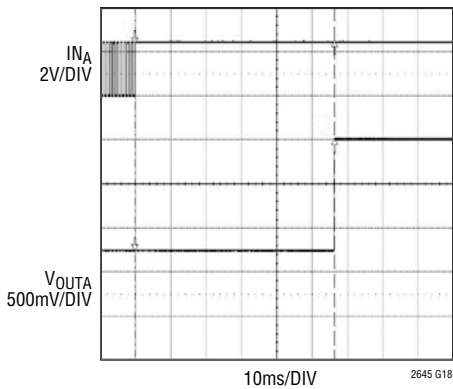
IN_X 至 V_{OUTX} 延迟
全标度转换



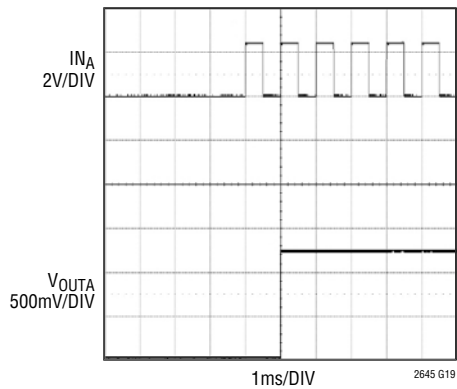
从中间标度进入空闲模式
零标度 ($IDLSEL = GND$)



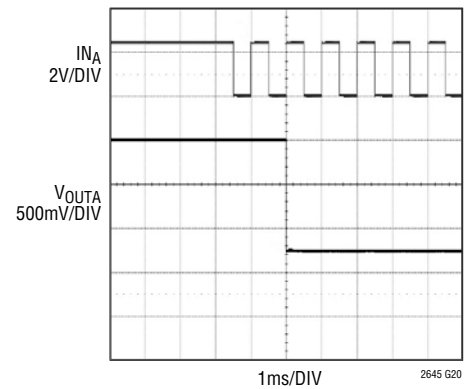
从中间标度进入空闲模式
全标度 ($IDLSEL = GND$)



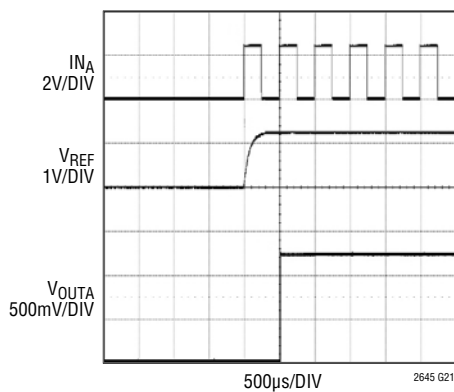
退出空闲模式零标度
至中间标度 ($IDLSEL = GND$)



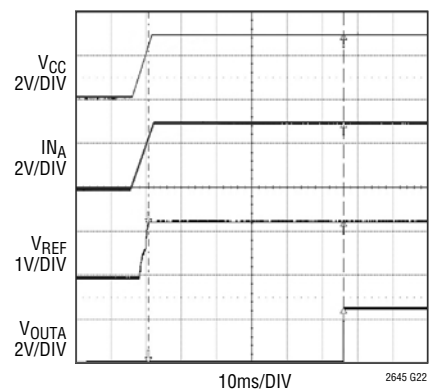
退出空闲模式全标度
至中间标度 ($IDLSEL = GND$)



退出空闲模式断电
(1 通道) 至中间标度
($IDLSEL = V_{CC}$)



上电复位至空闲模式
全标度 ($IDLSEL = GND$)

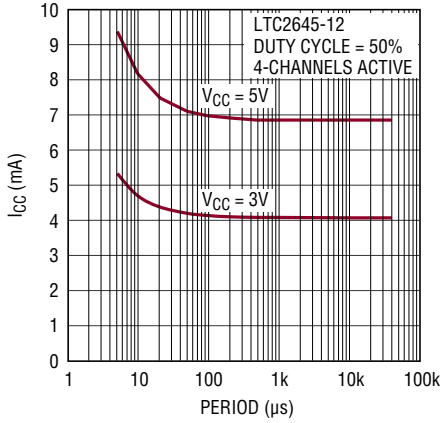


LTC2645

典型性能特征 (T_A = 25°C, 除非特别注明。)

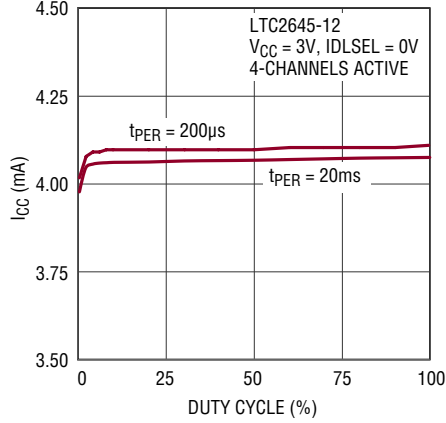
(内部基准, V_{FS} = 2.5V)

电源电流与输入周期 (t_{PER}) 的关系



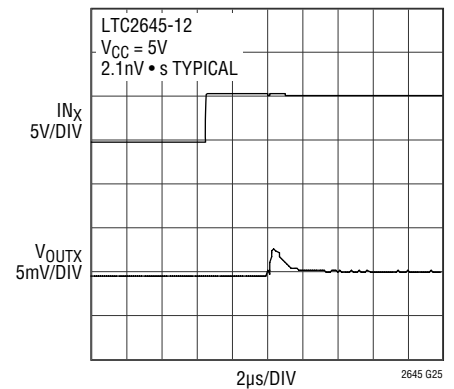
2645 G23

电源电流与占空比 (t_{PW}/t_{PER}) 的关系



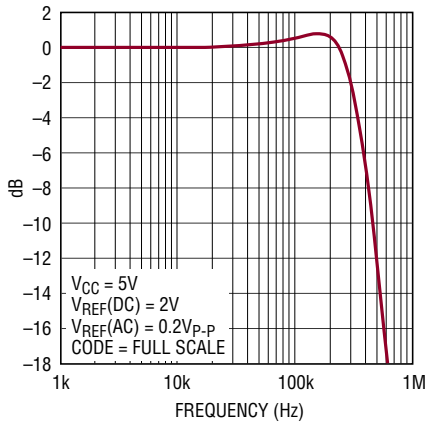
2645 G24

中间标度毛刺脉冲



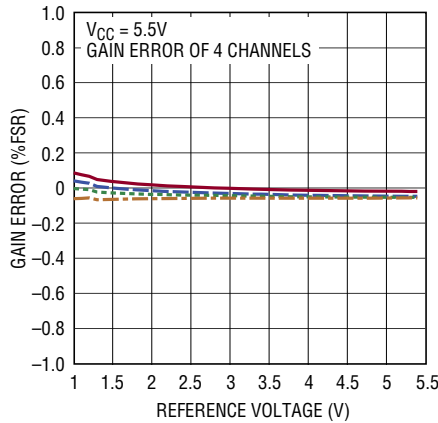
2645 G25

乘法带宽



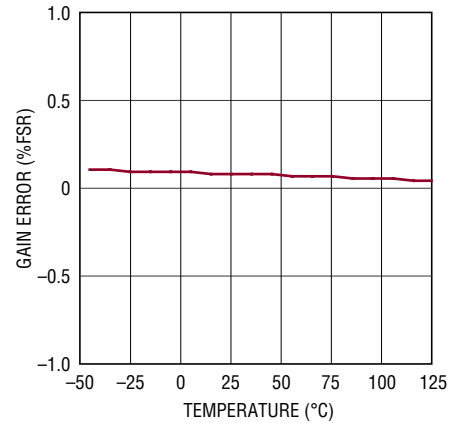
2645 G26

增益误差与基准输入的关系



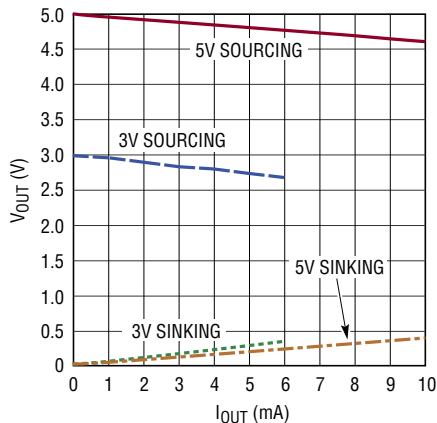
2645 G27

增益误差与温度的关系



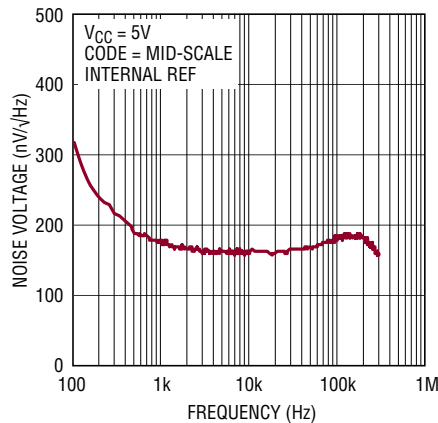
2645 G28

电源轨上的裕量与输出电流的关系



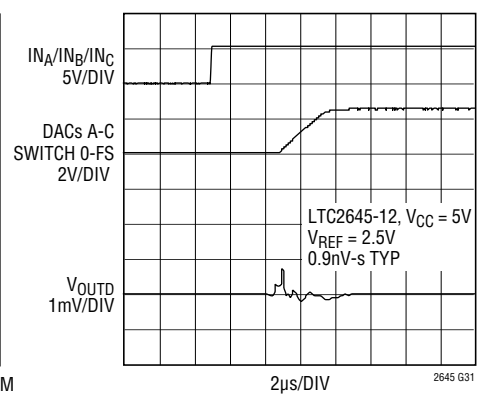
2645 G29

噪声电压与频率的关系



2645 G30

DAC 至 DAC 串扰 (动态)



2645 G31

引脚功能

V_{CC} (引脚 1)：电源电压输入。 $2.7V \leq V_{CC} \leq 5.5V$ 。通过一个 $0.1\mu F$ 电容器旁路至 GND。

IN_A、IN_B、IN_C、IN_D (引脚 6、5、11、10)：PWM 输入。施加一个介于 30Hz 和 6.25kHz (12 位)、25kHz (10 位) 或 100kHz (8 位) 之间的脉宽调制输入频率。在每个 IN_X 上升沿之后，该器件根据脉冲宽度和周期来计算占空比，并更新 DAC 通道 V_{OUTX}。逻辑电平参考于 IOV_{CC}。

IOV_{CC} (引脚 7)：I/O 电源电压输入。 $1.71V \leq IOV_{CC} \leq 5.5V$ 。通过一个 $0.1\mu F$ 电容器旁路至 GND。

IDLSEL (引脚 4)：空闲模式选择输入。当 PWM 输入上没有上升沿的持续时间超过了空闲模式超时延迟 t₃ (标称延迟为 60ms) 时，把 IDLSEL 连接至 GND 或 V_{CC} 以选择 DAC 输出的运行方式。可用的空闲模式状态是具有高阻抗输出的断电、保持先前状态、零标度或全标度。另外，该引脚还负责选择一个上电复位之后 DAC 输出的初始状态。

\overline{PD} (引脚 9)：低电平有效断电输入。把 \overline{PD} 连接至 GND 以将器件置于断电模式，该模式的典型电源电流小于 1μA。执行正常操作时把 \overline{PD} 连接至 IOV_{CC}。

REFSEL (引脚 13)：基准选择输入。把 REFSEL 连接至 GND 以选择内部基准模式。把 REFSEL 连接至 V_{CC} 以选择外部基准模式。

REF (引脚 12)：基准电压输入或输出。当 REFSEL 连接至 V_{CC} 时，REF 是一个输入 ($1V \leq V_{REF} \leq V_{CC}$)，在这里，提供的电压负责设定全标度 DAC 输出电压。当 REFSEL 连接至 GND 时，则可在引脚上提供 10ppm/°C、1.25V 内部基准 (半全标度)。该输出可以利用高达 $10\mu F$ 电容器旁路至 GND，而且在驱动外部 DC 负载电流时必须进行缓冲。

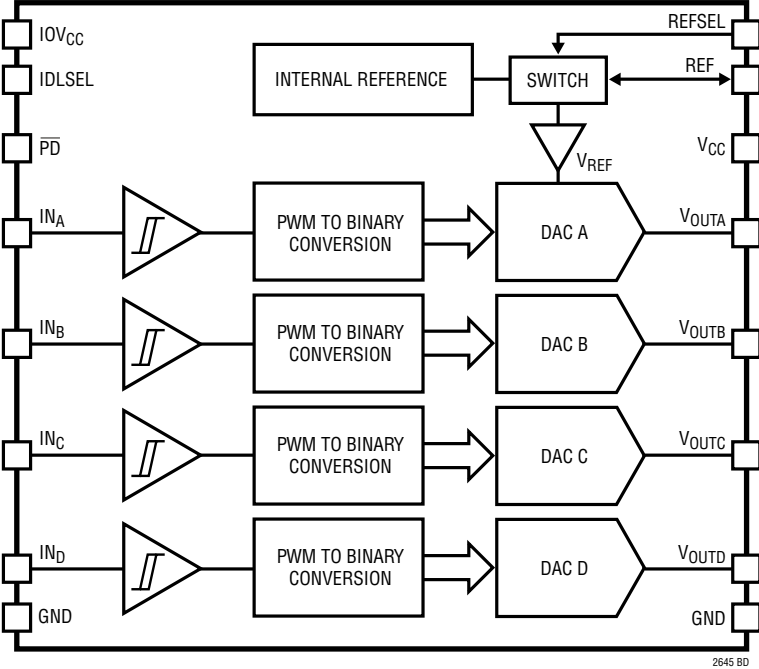
V_{OUTA}、V_{OUTB}、V_{OUTC}、V_{OUTD} (引脚 2、3、14、15)：DAC 模拟电压输出。DAC 输出电压可采用下式计算：

$$V_{OUTX} = V_{REF} \cdot t_{PWHX} / t_{PERX}$$

式中的 V_{REF} 为 2.5V (在内部基准模式中) 或 REF 引脚电压 (在外部基准模式中)，t_{PWHX} 是前一个 IN_X 周期的脉冲宽度，而 t_{PERX} 则是最近的两个 IN_X 上升沿之间的时间。

GND (引脚 8、16)：地。

方框图



时序图

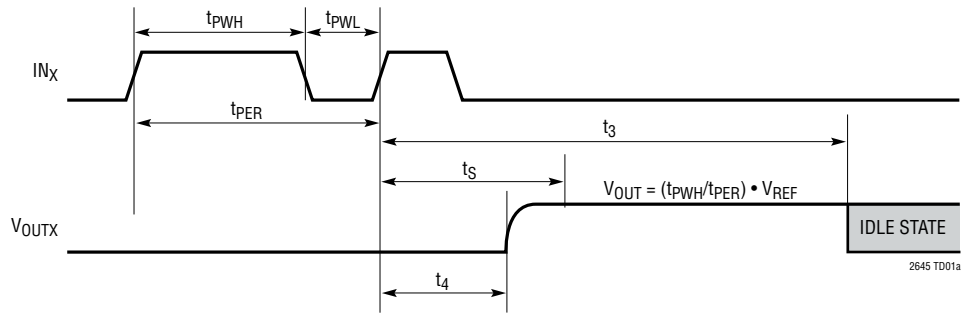


图 1a

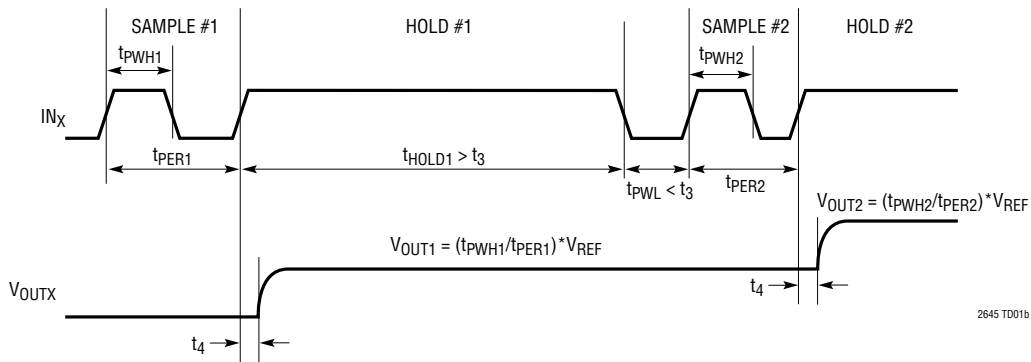


图 1b : 采样 / 保持操作 (IDLSEL = VCC)

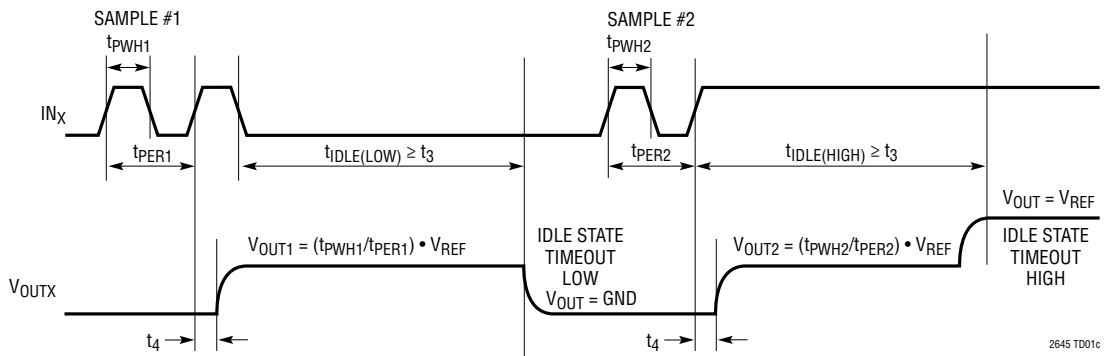


图 1c : 透明操作 (IDLSEL = GND)

工作原理

LTC2645 是一个四通道 PWM 输入、电压输出 DAC 系列，采用 16 引脚 MSOP 封装。该器件可测量 PWM 输入的脉冲宽度和周期，并在对应的 PWM 输入上升沿之后更新每个 DAC 输出。每个 DAC 能够执行轨至轨操作 (采用一个外部基准) 或者利用一个 2.5V 全标度电压来运作 (采用一个集成型基准)。可提供三种分辨率 (12 位、10 位和 8 位)。

PWM 至电压转换

LTC2645 可将一个 PWM 输入转换为准确、稳定的缓冲电压，并没有分立型解决方案所存在的延迟、缓慢稳定及需要高值无源组件的弊端。PWM 输入引脚 (IN_X) 可接受从 30Hz 至高达 6.25kHz (12 位)、25kHz (10 位) 或 100kHz (8 位) 的频率。

占空比在每个 PWM 输入上升沿之后根据前一个高和低脉冲宽度来计算。产生的数字 DAC 代码 k 按下式计算：

$$k = 2^N \cdot t_{PWHX} / t_{PERX}$$

式中的 t_{PWHX} 为前一个 IN_X 周期的脉冲宽度，而 t_{PERX} 是最近的两个 IN_X 上升沿之间的时间。数模转换函数为：

$$V_{OUT(IDEAL)} = \left(\frac{k}{2^N} \right) V_{REF}, \text{ 对于 } k = 0 \text{ 至 } 2^{N-1}$$

式中的 N 为分辨率， V_{REF} 为 2.5V (对于内部基准模式) 或 REF 引脚电压 (对于外部基准模式)。

DAC 更新定时

DAC 输出 V_{OUTX} 的更新在 IN_X 上的每个上升沿输入之后进行。延迟 t_s 是从一个 IN_X 上升沿至对应于前一个周期之占空比的 V_{OUTX} 稳定输出电压的延迟。延迟 t_s 由计算周期延迟 (t_4) 和输出 DAC 的实际稳定所组成。PWM 至二进制、内部计算周期延迟在 IN_X 上升沿之后立即开始。计算周期

在延迟 t_4 和 DAC 输出 V_{OUTX} 更新之后完成。DAC 输出通常在 $8\mu s$ 之内 (从 IN_X 上升沿算起) 稳定至 12 位分辨率。

PWM 输入空闲模式选择

当没有接收到 PWM 输入上升沿的持续时间超过了空闲模式超时延迟 t_3 (标称延迟为 60ms) 时，DAC 输出将进入一种空闲模式状态，这可以通过依据下表所示把 IDLSEL 连接至 GND 或 V_{CC} 来配置。请注意，这些引脚还控制着 DAC 在上电复位之后的初始状态。

表 1：上电复位和空闲模式状态

IDLSEL	上电复位	IN_X 空闲 (低电平)	IN_X 空闲 (高电平)
GND	零标度	零标度	全标度
V_{CC}	断电 (高阻抗)	断电 (高阻抗)	保持

透明操作

对于那些 PWM 输入占空比可以为 0% 或 100% 的应用，把 IDLSEL 连接至 GND 以选择透明操作，在此场合中：一个空闲低输入将 DAC 设定至零标度，或者，一个空闲高输入则把 DAC 设定至全标度。图 1c 示出了针对透明操作的定时。任何分离度小于空闲模式超时延迟 t_3 (最小值为 50ms) 的 PWM 输入上升沿对都将导致 DAC 代码在第二个上升沿之后被更新。请注意，在一个空闲高输入状态之后可以是一个空闲低输入状态。

采样 / 保持操作

LTC2645 具有对脉冲宽度 / 周期进行采样并无限期地保持对应电压电平的能力。与要求 PWM 输入连续运作的模拟滤波器实施方案不同，LTC2645 可以采用一个不连续 PWM 输入来运作。把 IDLSEL 连接至 V_{CC} 以选择采样 / 保持操作，在该操作模式中单个上升沿对就足以更新 DAC，而且 DAC 代码在 PWM 输入闲置于高电平时保持其先前的值。图 1b 示出了针对采样 / 保持操作的正确定时。任何分

工作原理

离度小于空闲模式超时延迟 t_3 (最小值为 50ms) 的上升沿对都将导致 DAC 代码被更新。任何分离度大于 t_3 (最大值为 70ms) 的上升沿对都将被忽略，而且 DAC 代码将保持其先前的值。请注意，在上电复位之后或当 IN_X 闲置于低电平时，DAC 将断电并具有一个高阻抗输出。

短 IN_X 周期操作

PWM 至电压转换的准确度针对高达 6.25kHz (12 位)、25kHz (10 位) 或 100kHz (8 位) 的 IN_X 输入频率提供了保证。较快的 IN_X 输入频率将导致模拟输出的分辨率和准确度成比例地下降。当 IN_X 输入周期小于计算延迟 t_4 (标称值为 3.2 μ s) 时，将跳过 DAC 更新且 DAC 代码保持其先前的值。

短 IN_X 脉冲宽度操作

提供大于 t_{PWH} 和 t_{PWL} 的 IN_X 输入高和低脉冲宽度，以确保 DAC 输出在每个 IN_X 上升沿之后更新。比 t_{PWH} 窄的走高脉冲将导致 DAC 代码按零标度计算，而比 t_{PWL} 窄的走低脉冲将致使 DAC 代码按全标度计算。对于窄得多的脉冲宽度 (仅几个 ns)，输入边沿可能无法识别，在此场合中 DAC 更新将被全部跳过，而且 DAC 代码将保持其先前的值。

上电复位

LTC2645 在首次加电时将输出复位至一种已知状态，从而使系统初始化一致和可重复。根据表 1 所示把 IDLSEL 引脚连接至 GND 或 V_{CC} ，以使 DAC 初始化至零标度，或者使器件断电 (DAC 输出为高阻抗)。

对于某些应用，下游电路在 DAC 上电期间处于运行状态，而且在此过程中可能对来自 DAC 的非零输出很敏感。LTC2645 包含了用于在选择零标度复位时降低上电干扰的电路：如果电源在 1ms 或更长的时间里斜坡上升至 5V，那么模拟输出通常上升至高出零标度不到 5mV 的电平。一般而言，干扰的幅度随着电源斜坡上升时间的增加而减小。

基准模式

对于那些既无法提供、又由于空间受限的原因而不希望使用一个准确外部基准的应用，LTC2645 具有一个用户可选的集成型基准。通过把 REFSEL 连接至 GND 可以选择内部基准模式。

10ppm/ $^{\circ}$ C、1.25V 内部基准可在 REF 引脚上使用。该电压在内部被放大 2 倍以提供一个 2.5V 的全标度 DAC 输出电压范围。给 REF 引脚增设旁路电容将改善噪声性能；建议采用 0.1 μ F，而且可以驱动高达 10 μ F 的容性负载，并不会引起振荡。当驱动一个外部 DC 负载电流时，必须对 REF 输出进行缓冲。

或者，也可以通过把 REFSEL 引脚连接至 V_{CC} 以使 DAC 工作于外部基准模式。在该模式中，一个从外部供应至 REF 引脚的输入电压提供了基准 ($1V \leq V_{REF} \leq V_{CC}$)，而且电源电流减小。在此模式中，全标度 DAC 输出电压等于 REF 引脚上的电压。

断电模式

对于功率受限的应用，当所需的 DAC 输出少于 4 个时，可采用断电模式来减小电源电流。当处于断电模式时，缓冲放大器、偏置电路和集成型基准电路被停用，吸收电流基本为零。

工作原理

如果 IDLSEL 连接至 V_{CC} ，则通过把 PWM 输入 ($IN_A/IN_B/IN_C/IN_D$) 保持在低电平 (持续时间为空闲模式超时延迟 t_3) 来实现任何通道或所有通道的断电。当选择了外部基准模式或者当所有的 DAC 通道均断电时，集成型基准自动断电。此外，通过把 PD 引脚拉至低电平，可使所有的 DAC 通道和集成型基准断电。当集成型基准断电时，REF 引脚变至高阻抗 (通常大于 $1G\Omega$)。

对于透明操作 ($IDLSEL = GND$)，当 \overline{PD} 回归高电平时将恢复正常的工作电流。对于采样 / 保持操作 ($IDLSEL = V_{CC}$)，LTC2645 将处于全面断电状态，直到在任何 PWM 输入端上接收到第一个上升沿为止。任何分离度小于空闲模式超时延迟 t_3 (最小值为 $50ms$) 的 PWM 输入上升沿都将导致 DAC 代码被更新。DAC 输出将保持在高阻抗状态，直至通道在第二个 PWM 输入上升沿之后被更新为止。

电压输出

LTC2645 的集成型轨至轨放大器在供应或吸收高达 $10mA$ (在 $5V$) 和 $5mA$ (在 $3V$) 电流时具有保证的负载调节性能。

负载调节是衡量放大器在宽负载电流范围内保持额定电压准确度之能力的尺度。按照强制负载电流中的变化而测量的输出电压变化以 LSB/mA 为单位来表示。

DC 输出阻抗等效于负载调节，并且可以通过简单地计算一个变化 (单位从 LSB/mA 至 Ω) 从后者得出。当驱动一个远离电源轨的负载时，放大器的 DC 输出阻抗为 0.1Ω 。

当从任一电源轨吸收负载电流时，相对于该电源轨的输出电压裕量受限于输出器件的 50Ω 典型通道电阻 (例如：当吸收 $1mA$ 时，最小输出电压为 $50\Omega \cdot 1mA$ ，即 $50mV$)。见

“典型性能特征”部分中的“电源轨上的裕量与输出电流的关系”曲线图。

放大器可在驱动高达 $500pF$ 容性负载时保持稳定。

轨至轨输出考虑因素

在任何轨至轨电压输出器件中，输出被限制在电源范围内的电压。

由于 DAC 的模拟输出不能变至地电位以下，因此它有可能限制可获得的最低代码，如图 2b 所示。同样，当 REF 引脚连接至 V_{CC} 时，限制会出现在靠近全标度的地方。如果 $V_{REF} = V_{CC}$ 且 DAC 全标度误差 (FSE) 为正，则针对最高代码的输出被限制在 V_{CC} ，如图 2c 所示。假如 V_{REF} 小于 $V_{CC} - FSE$ ，那么全标度限制将不会出现。

偏移和线性度在不会发生输出限制的 DAC 转移函数域中进行定义和测试。

电路板布局

PC 板应具有用于电路的模拟部分和数字部分的单独区域。应使用单个完整的接地平面，并在该平面的分离区域中谨慎地排布模拟和数字信号走线。这使数字信号远离敏感的模拟信号，并最大限度抑制了数字接地电流与接地平面模拟部分之间的相互影响。从 LTC2645 GND 引脚至接地平面的电阻应尽可能低。这里的电阻将直接增加至器件的有效 DC 输出阻抗 (通常为 0.1Ω)。请注意，与任何其他此类器件相比，LTC2645 都更不容易受到这种影响；相反，它可以基于布局的性能改进得以凸现，而不会因为过大的内阻而对可获得的性能产生限制。

工作原理

另一种尽量减少误差的方法是在另一层电路板上使用一个分离的电源接地回路走线。该走线应布设在电源和电路板的连接点与 DAC 接地引脚之间。因此，DAC 接地引脚变成了模拟地、数字地和电源地的公共点。当 LTC2645 吸收大电流时，该电流从接地引脚流出并直接进入电源接地走线，并不会影响模拟接地平面电压。

有的时候必需中断接地平面以把数字接地电流限制在该平面的数字部分中。这么做的时候，使接地平面中间隙的长度仅足以满足此目的之所需即可，并且确保没有走线横越该间隙。

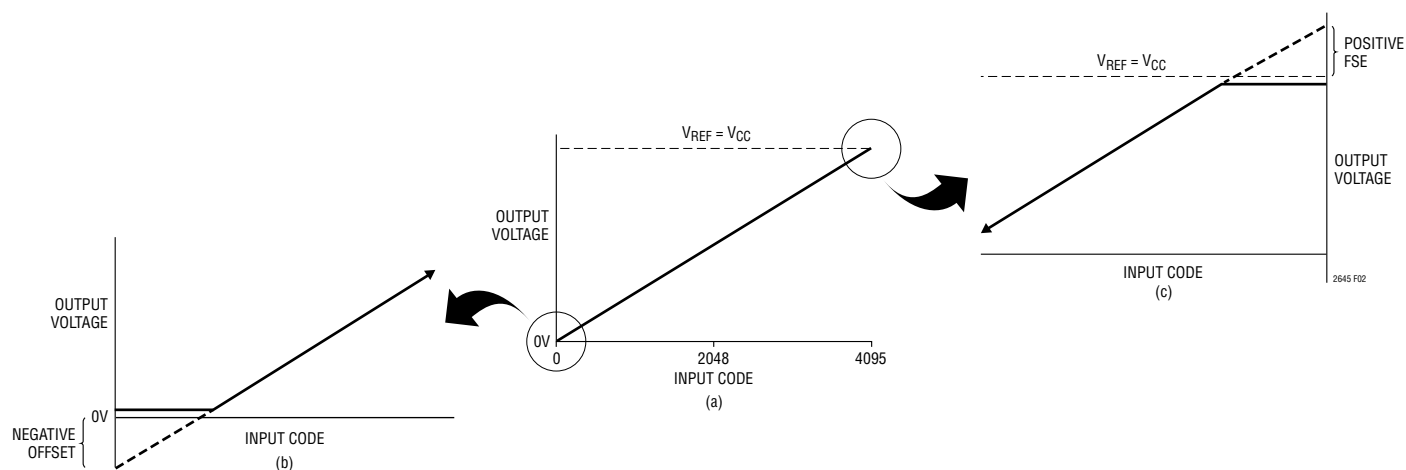


图 2：轨至轨操作在 DAC 转移函数曲线上产生的影响 (图中所示针对的是 12 位分辨率)。

- (a) 总转移函数
- (b) 负偏移对于近零代码的影响
- (c) 正全标度误差针对近全标度代码的影响

典型应用

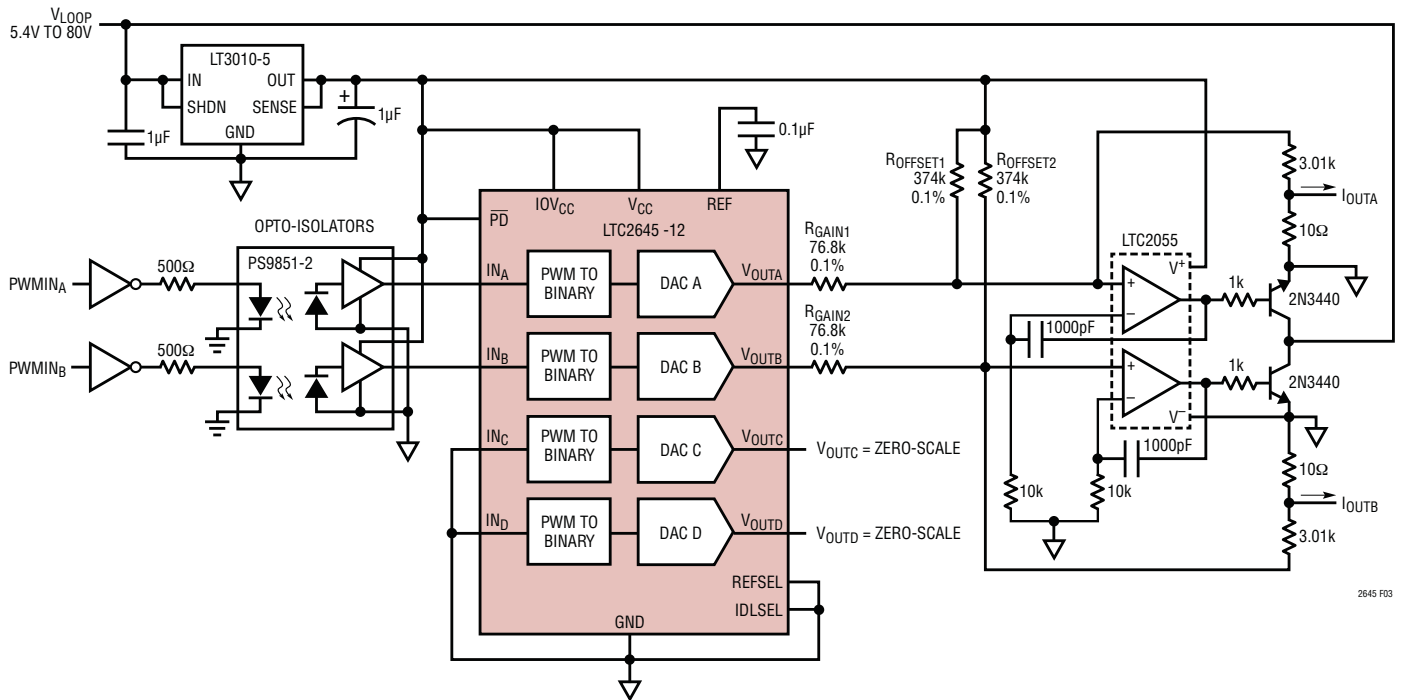


图 3：一款光隔离、PWM 调节的 4mA 至 20mA 过程控制器

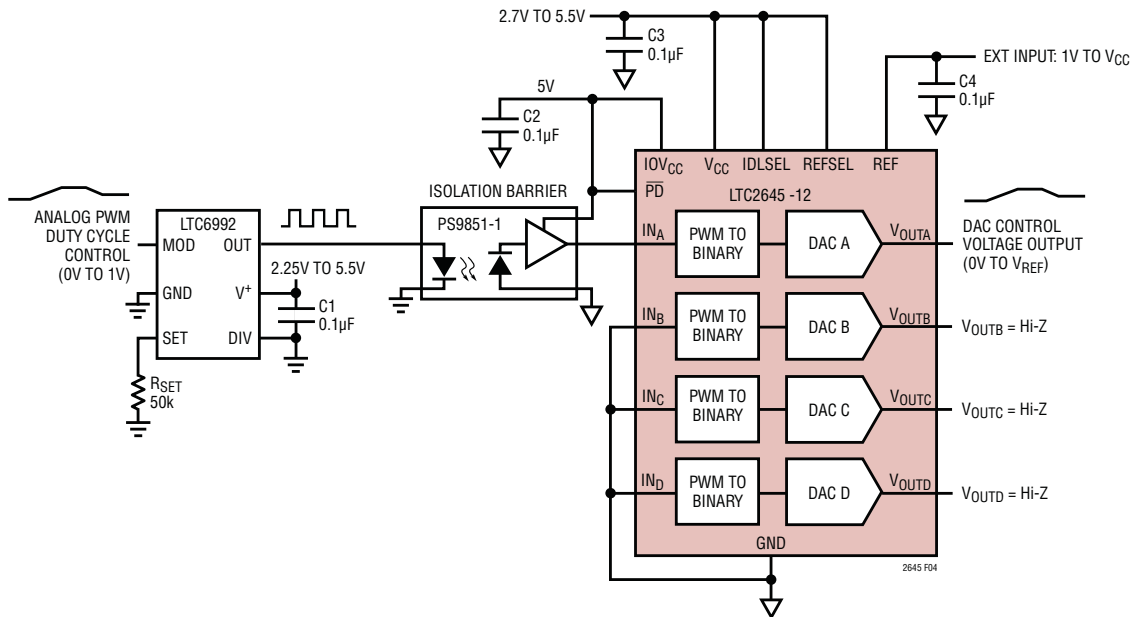


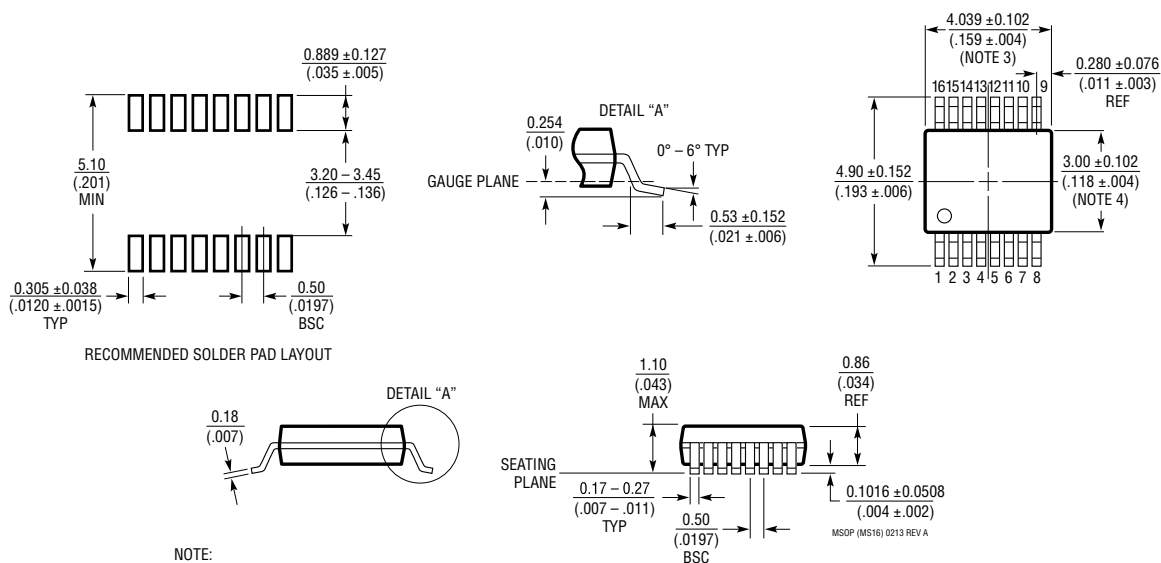
图 4：采用 PWM 传输的模拟控制电压至 DAC 控制电压输出

封装描述

如需了解最近的封装图样，请登录 <http://www.linear.com.cn/designtools/packaging/>

MS 封装 16 引脚塑料 MSOP

(参考 LTC DWG # 05-08-1669 Rev A)



NOTE:

1. DIMENSIONS IN MILLIMETER/(INCH)
2. DRAWING NOT TO SCALE
3. DIMENSION DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS. MOLD FLASH, PROTRUSIONS OR GATE BURRS SHALL NOT EXCEED 0.152mm (.006") PER SIDE
4. DIMENSION DOES NOT INCLUDE INTERLEAD FLASH OR PROTRUSIONS. INTERLEAD FLASH OR PROTRUSIONS SHALL NOT EXCEED 0.152mm (.006") PER SIDE
5. LEAD COPLANARITY (BOTTOM OF LEADS AFTER FORMING) SHALL BE 0.102mm (.004") MAX

典型应用

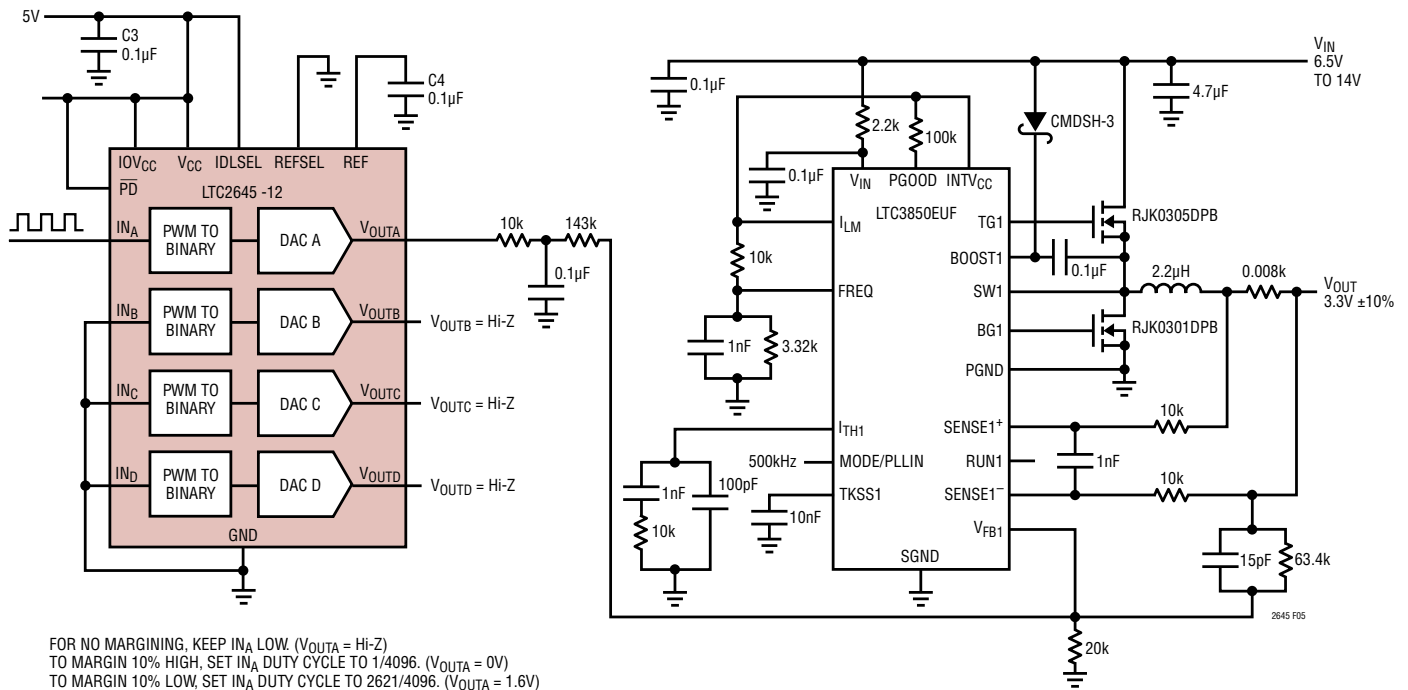


图 5：采用 LTC3850 的电压裕度调节应用 ($3.3V \pm 10\%$)

相关器件

器件型号	描述	备注
LTC2644	具 10ppm/°C 基准的双通道、12 / 10 / 8 位 PWM 至 V_{OUT} DAC	零延迟总线更新，100kHz 至 30Hz 输入频率， $\pm 2.5LSB$ INL，2.7V 至 5.5V 电源范围，12 引脚 MSOP 封装
LT®1991	精准、100 μ A 增益可选放大器	增益准确度为 0.04%，增益范围从 -13 至 14，100 μ A 精准运放
LT1469-2	双通道、200MHz、30V/ μ s、准确度达 16 位的运算放大器	200MHz 增益带宽，125 μ V 失调，30V/ μ s 摆率精准运放
LTC2055	双通道、微功率、零漂移运算放大器	2.7V 最小电源电压，每个放大器的电源电流为 150 μ A，零漂移运放
LTC6992	TimerBlox：电压控制型脉宽调制器 (PWM)	3.8MHz 至 1MHz 输出频率范围，0V 至 1V 模拟输入，最大频率误差 < 1.7%
LTC2634/LTC2635	具 10ppm/°C 基准的 4 通道 12 / 10 / 8 位 SPI/I ² C V_{OUT} DAC	$\pm 2.5LSB$ INL，2.7V 至 5.5V 电源范围，10ppm/°C 基准，外部 REF 模式，16 引脚 3mm x 3mm QFN 封装和 10-Lead MSOP 封装