

uDAC4x08/10/12低功耗、4通道8/10/12位DAC

1、功能描述

- uDAC4x08/10/12 系列为 4 通道 8/10/12 位 DAC
- 内部带输出电压驱动器
- 内部集成低功耗高速 3 线 SPI 接口

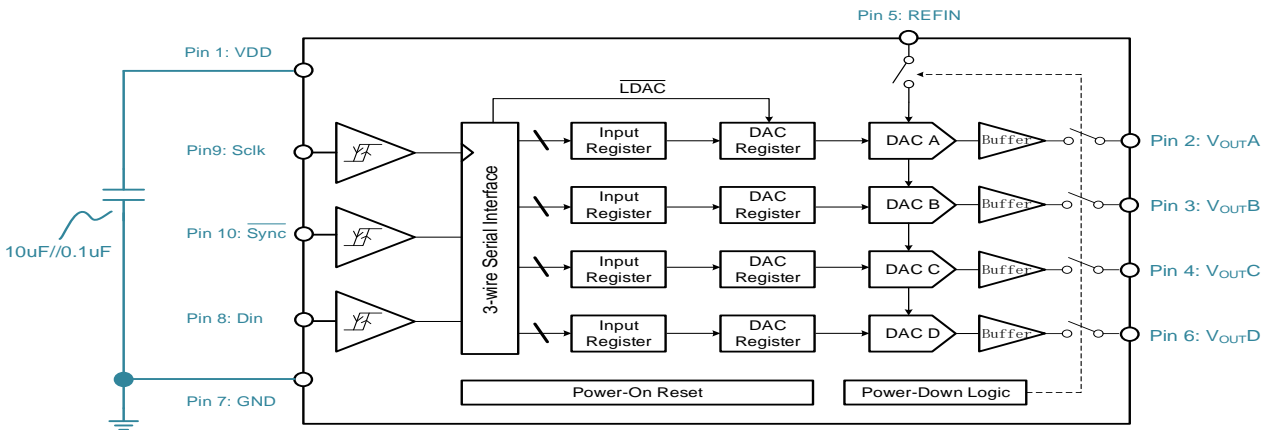
2、芯片特点

- 2.5V-5.5V 供电
- 全系列产品保证全码单调性
- uDAC4X08 积分非线性为 $\pm 0.625\text{LSB}$
- uDAC4X10 积分非线性为 $\pm 2.5\text{LSB}$
- uDAC4X12 积分非线性为 $\pm 10\text{LSB}$
- 3V 供电下功耗低至 120uA/通道
- 5V 供电下功耗低至 150uA/通道
- 芯片关断模式下功耗低至 200nA
- 参考电压支持 0 到 VDD
- 上电复位初始值为 0
- 片上集成轨到轨输出驱动器 (1nF 负载稳定)
- 工作温度支持 -40°C 至 $+105^{\circ}\text{C}$

3、应用

- 工业控制信号产生
- 数字控制增益应用
- 数字控制直流偏差应用
- 数字电位器应用
- 可编程电压控制应用
- 可编程电流控制应用

6、功能框图



4、器件选型指南

产品型号	功能定义
uDAC4X08AMS uDAC4X08ADF	4通道, 8比特数模转换器
uDAC4X08BMS uDAC4X08BDF	4通道, 8比特数模转换器
uDAC4X10AMS uDAC4X10ADF	4通道, 10比特数模转换器
uDAC4X10BMS uDAC4X10BDF	4通道, 10比特数模转换器
uDAC4X12AMS uDAC4X12ADF	4通道, 12比特数模转换器
uDAC4X12BMS uDAC4X12BDF	4通道, 12比特数模转换器

5、器件封装信息

产品型号	封装形式	封装体尺寸
uDAC4X08	MSOP-10L	3mm×3mm
uDAC4X08	DFN-10L	3mm×3mm
uDAC4X10	MSOP-10L	3mm×3mm
uDAC4X10	DFN-10L	3mm×3mm
uDAC4X12	MSOP-10L	3mm×3mm
uDAC4X12	DFN-10L	3mm×3mm

uDAC4x08/10/12低功耗、4通道8/10/12位DAC

7、引脚配置和功能

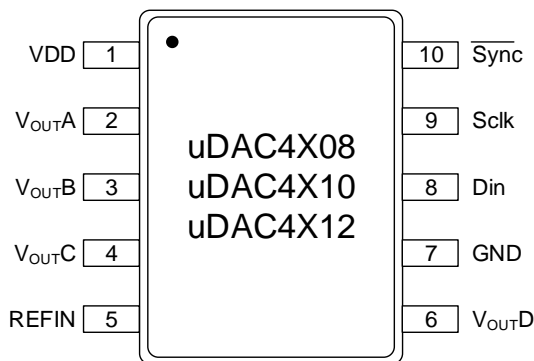


图1、MSOP10管脚图

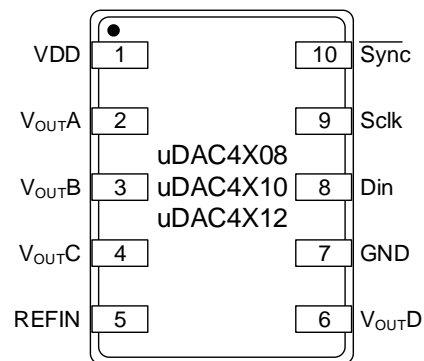


图2、DFN10管脚图

管脚功能

管脚名称	管脚编号	管脚功能	详细描述
VDD	1	电源	电源输入。这些部件可以在2.5V至5.5V的电压范围内工作，电源可以与GND断开。
V _{OUTA}	2	输出	通道A的缓冲模拟输出电压。输出放大器具有轨对轨操作。
V _{OUTB}	3	输出	通道B的缓冲模拟输出电压。输出放大器具有轨对轨操作。
V _{OUTC}	4	输出	通道C的缓冲模拟输出电压。输出放大器具有轨对轨操作。
REFIN	5	输入	所有的四路数模转换器（DACs）的基准输入引脚，输入电压范围为0.25V至V _{DD}
V _{OUTD}	6	输出	通道D的缓冲模拟输出电压。输出放大器具有轨对轨操作。
GND	7	接地	零件上所有电路的接地参考点。
DIN	8	输入	串行数据输入。该设备有一个16位移位寄存器。数据在串行时钟输入的下降沿被时钟记录到寄存器中。Din输入缓冲器在每个写入周期后断电。
SCLK	9	输入	串行时钟输入。数据在串行时钟输入的下降沿被时钟记录到输入移位寄存器中。数据可以以高达30MHz的时钟速度传输。SCLK输入缓冲器在每个写入周期后断电。
SYNC	10	输入	主动低控制输入。这是输入数据的帧同步信号。当SYNC变低时，它启用输入移位寄存器，数据在接下来的16个时钟的下降沿上传输。如果SYNC在SCLK的第16个下降沿之前变高，SYNC的上升沿将作为中断，设备将忽略写入序列。

8、绝对工作条件

(TA=25°C, 特殊说明除外。)

参数	电气符号	参数值
电源电压相对地	V _{DDabs}	-0.3V 至 +7V
数字输入电压相对地	V _{Digabs}	-0.3V 至 V _{DD} +0.3V
参考输入电压相对地	V _{refabs}	-0.3V 至 V _{DD} +0.3V
A 至 D 相对地	V _{outabs}	-0.3V 至 V _{DD} +0.3V
工作温度范围		
工业应用温度范围	T _P	-40°C 至 +105°C
存储温度范围	T _S	-65°C 至 +150°C
最大结温	T _J	150°C
回流焊接		
峰值温度(Pb-free)		260°C
峰值温度(non Pb-free)		220°C
峰值温度时间		10 秒至 40 秒

uDAC4x08/10/12低功耗、4通道8/10/12位DAC

9、推荐工作条件

电参数	电气符号	参数值		单位
		最小值	最大值	
供电电压	V_{DD}	2.5	5.5	V
供电电流	I_{DD}	400	600	μA
环境温度	T_a	-40	105	$^{\circ}C$

10、芯片静态特性参数

$V_{DD}=2.5V$ 至 $5.5V$; $V_{REF}=2V$; $R_L=2K\Omega$ 到地 (GND); $C_L=200pF$ 到地 (GND); $T_A=25^{\circ}C$; 除非另外说明。

参数	符号	测试条件	A版本			B版本			单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
直流 (DC) 性能^{1,2}									
uDAC4x08									
分辨率	Res_N	确保单调性		8			8		Bits
积分非线性	INL		± 0.15	± 1.15		± 0.15	± 0.625	LSB	
差分非线性	DNL		± 0.02	± 0.25		± 0.02	± 0.25	LSB	
uDAC4x10									
分辨率	Res_N	确保单调性		10			10		Bits
积分非线性	INL		± 0.5	± 4.05		± 0.5	± 2.5	LSB	
差分非线性	DNL		± 0.05	± 0.5		± 0.05	± 0.5	LSB	
uDAC4x12									
分辨率	Res_N	确保单调性		12			12		Bits
积分非线性	INL		± 2	± 16.05		± 2	± 10	LSB	
差分非线性	DNL		± 0.2	± 1		± 0.2	± 1	LSB	
偏移误差			± 0.4	± 3		± 0.4	± 3	% of FSR	
增益误差			± 0.15	± 1		± 0.15	± 1	% of FSR	
低电平死区		低死区仅在偏移误差为负时存在				20		mV	
直流电源共模抑制比 ³	PSRR	$V_{DD} = \pm 10\%$		-60		-60		dB	
直流干扰 ³		$R_L=2K\Omega$ 到地 (GND) or V_{DD}		200		200		μV	
参考输入³									
基准输入电压范围			0.25		V_{DD}	0.25		V_{DD}	V
基准输入阻抗			37	45		37	45	$K\Omega$	
基准馈入		频率=10KHz		-90		-90		dB	
输出特性³									
最小输出电压 ⁴				0.001		0.001		V	
最大输出电压 ⁴				$V_{DD}-0.001$		$V_{DD}-0.001$		V	
直流输出阻抗				0.5		0.5		Ω	
短路电流		$V_{DD}=5V$		25		25		mA	
		$V_{DD}=3V$		16		16		mA	
启动时间		退出断电模式 $V_{DD}=5V$		5		5		μs	
		退出断电模式 $V_{DD}=3V$		2.5		2.5		μs	
逻辑输入³									
低电压输入	V_{IL}	$V_{DD}=5V \pm 10\%$		0.8		0.8		V	
		$V_{DD}=3V \pm 10\%$		0.6		0.6		V	
		$V_{DD}=2.5V \pm 10\%$		0.5		0.5		V	
高电压输入	V_{IH}	$V_{DD}=5V \pm 10\%$	2.4		2.4			V	
		$V_{DD}=3V \pm 10\%$	2.1		2.1		V		
		$V_{DD}=2.5V \pm 10\%$	2.0		2.0		V		
电容							pF		

uDAC4x08/10/12低功耗、4通道8/10/12位DAC

参数	符号	测试条件	A版本			B版本			单位
			最小值	典型值	最大值	最小值	典型值	最大值	
电源要求									
供电电源电压	V_{DD}					2.5		5.5	V
I_{DD} (标准模式)⁴									
$V_{DD}=4.5V$ 至 $5.5V$		$V_{IH}=V_{DD}$ 和 $V_{IL}=GND$		600	900		600	900	μA
$V_{DD}=2.5V$ 至 $3.6V$		$V_{IH}=V_{DD}$ 和 $V_{IL}=GND$		500	700		500	700	μA
I_{DD} (休眠模式)									
$V_{DD}=4.5V$ 至 $5.5V$		$V_{IH}=V_{DD}$ 和 $V_{IL}=GND$		0.2	1		0.2	1	μA
$V_{DD}=2.5V$ 至 $3.6V$		$V_{IH}=V_{DD}$ 和 $V_{IL}=GND$		0.08	1		0.08	1	μA

- 1.不加载输出的直流 (DC) 规格测试。
- 2.线性特性测试时,输入码范围:uDAC4x08(Code 8至Code 248), uDAC4x10 (Code 28至Code 995), uDAC4x12 (Code 115至Code 3981)。
- 3.设计值非实际测试值。
- 4.如果放大器输出达到最小电压值, 偏移误差必须为负。如果放大器输出达到最大电压值, $V_{REF}=V_{DD}$ 和偏移与增益误差必须为正。
- 5.标准模式 (IDD) 下, 其规格对所有数模转换 (DAC)、所有数模转换器 (DACs) 输入码有效, 不包括负载电流, 对接口无效。

11、芯片动态特性参数

$V_{DD}=2.5V$ 至 $5.5V$; $V_{REF}=2V$; $R_L=2K\Omega$ 到地 (GND); $C_L=200pF$ 到地 (GND); $T_A=25^\circ C$; 除非另外说明。

参数	试验条件	最小值	典型值	最大值	单位
uDAC4x08	1/4 范围 至 3/4 范围变化(0x40 至 0xC0)		7		μS
uDAC4x10	1/4 范围 至 3/4 范围变化(0x100 至 0x300)		8		μS
uDAC4x12	1/4 范围 至 3/4 范围变化(0x400 至 0xC00)		9		μS
压摆率			0.7		V/ μS
主要代码转换毛刺能量	1 LSB 改变进位		40		nV-sec
数字馈通			1		nV-sec
数字串扰			1		nV-sec
DAC-到-DAC 串扰			3		nV-sec
最大带宽	$V_{REF}=2V \pm 0.1V_{P-P}$		200		kHz
总谐波失真	$V_{REF}=2.5V \pm 0.1V_{P-P}$; 频率=10KHz		-70		dB

12、芯片工作原理

12.1、原理描述

uDAC4x08/10/12是4路电阻串联分压式模数转换器 (DACs), 采用CMOS工艺制造, uDAC4x08/10/12的分辨率分别为8位、10位、12位。每个产品都包含4个输出缓冲放大器, 数据由3线串行接口写入。工作时由单电源供电, 供电范围为2.5V至5.5V, 输出缓冲放大器提供轨至轨输出摆幅, 压摆率为0.7V/ μs 。四路模数转换器 (DACs) 共享独立的基准输入引脚。设备具有可编程休眠模式, 在休眠模式下, 所有的数模转换会在高阻抗输出模式下完全关闭。一个数模转换通道架构包含一个串联分压式模数转换器, 并且串联一个输出缓冲放大器。基准引脚的基准电压为模数转换器 (DAC) 提供基准电压。对模数转换器 (DAC) 的输入编码为标准二进制编码。四路模数转换器 (DACs) 共享独立的基准输入引脚。基准输入电压没有缓冲。因为任何基准放大器的上裕量、下裕量所需要的电压没有限制, 所以使用者会得到低至0.25V或者高至 V_{DD} 的基准电压。建议使用外部电路的缓冲基准电压。输入阻抗的典型值为45k Ω 。输出缓冲放大器在输出电路上能够产生轨至轨电压, 当基准电压为 V_{DD} 时, 输出电压范围为0V至 V_{DD} 。放大器能够驱动对地 (GND) 或对 V_{DD} 2k Ω 的负载, 对地 (GND) 或对 V_{DD} 与电阻并联 500pF电容, 压摆率是0.7V/ μs , 半幅设定时间为8 μs , 误差 $\pm 0.5LSB$ (在12位元件上)。uDAC4x08/10/12具有电源重启功能, 因此定义了电源启动状态。电源开机状态使用正常操作, 输出电压设为0V。输入和DAC寄存器设为0, 并且保持到有效写入序列加载到设备上。

uDAC4x08/10/12由多用途、3线串联接口控制, 接口工作时钟速率达30MHz, 兼容PI, QSPI, MICROWIRE和DSP接口标准。

uDAC4x08/10/12低功耗、4通道8/10/12位DAC

12.2、编程接口

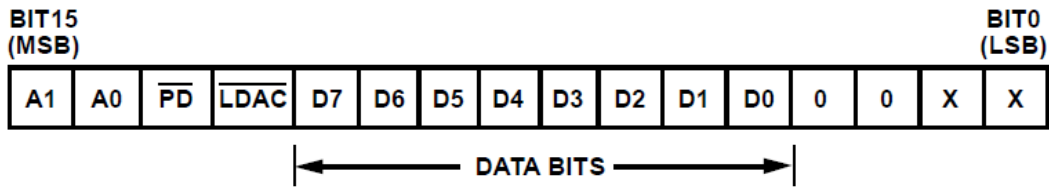


图3、uDAC4x08输入移位寄存器内容

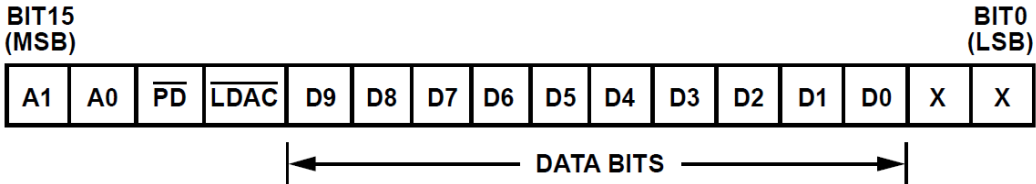


图4、uDAC4x10输入移位寄存器内容

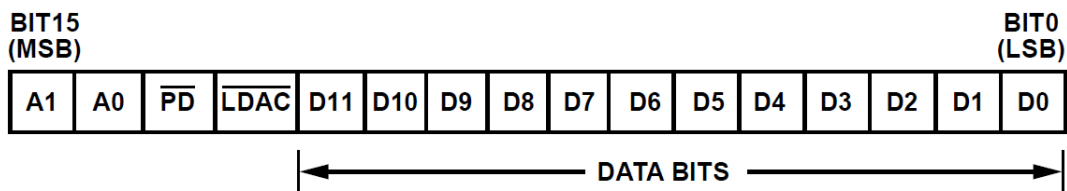


图5、uDAC4x12输入移位寄存器内容

输入移位寄存器位宽为16位，在串联时钟输入控制下（S_{clk}），数据以16位形式加载到设备上。16位字包含4个控制位，相邻为10或12位DAC数据，位数由设备类型决定。数据加载到最高有效位（MSB，位15），前两位决定数据是否提供给DAC A, DAC B, DAC C, 或者DAC D，位13和位12控制DAC工作模式。位13是引脚下拉（低电平有效），决定设备是在正常模式还是休眠模式工作。位12表示异步DAC装载输入（低电平有效），当DAC寄存器和输出更新时控制输入。

地址位

A1	A0	DAC Addressed
0	0	DAC A
0	1	DAC B
1	0	DAC C
1	1	DAC D

地址和控制位

PD 0: 所有四路数模转换器（DACs）进入休眠模式，只消耗200nA @ 5V，数模转换器（DAC）输出进入高阻抗状态。

1: 正常工作模式。

LDAC 0: 所有4路数模转换器（DAC）寄存器和输出在写入序列完成的同时更新。

1: 只有地址输入寄存器更新，数模转换器（DAC）寄存器内容没有变化。

- uDAC4x12使用所有12位DAC数据；uDAC4x10使用10位并忽略2个LSB位；uDAC4x08使用8位，忽略最后4位；数据格式为纯二进制，所有0对应0 V输出，所有1对应满标度输出（V_{REF}-1LSB）。
- SYNC输入是一个电平触发输入，用作帧同步信号和芯片启用。只有当SYNC为低时，数据才能传输到设备中。要开始串行数据传输，将SYNC设置为低电平，观察SYNC到SCLK下降沿的最小设置时间t₄。SYNC变低后，串行数据在SCLK的下降沿移入设备的输入移位寄存器，持续16个时钟脉冲。由于SCLK和DIN输入缓冲器断电，因此忽略SCLK第16个下降沿之后的任何数据和时钟脉冲。在SYNC再次变高和变低之前，不会发生进一步的串行数据传输。
- SYNC可以在第16个SCLK脉冲的下降沿之后取高，观察最小SCLK下降沿到SYNC上升沿时间t₇。
- 在串行数据传输结束后，数据自动从输入移位寄存器传输到所选DAC的输入寄存器。如果SYNC在SCLK的第16个下降沿之前变高，则数据传输中止，DAC输入寄存器不更新。
- 当数据被传输到三个DAC输入寄存器中时，在写入剩余的DAC输入寄存器时，通过将LDAC设置为低来同时更新所有DAC寄存器和所有DAC输出。

uDAC4x08/10/12低功耗、4通道8/10/12位DAC

13、时序特征

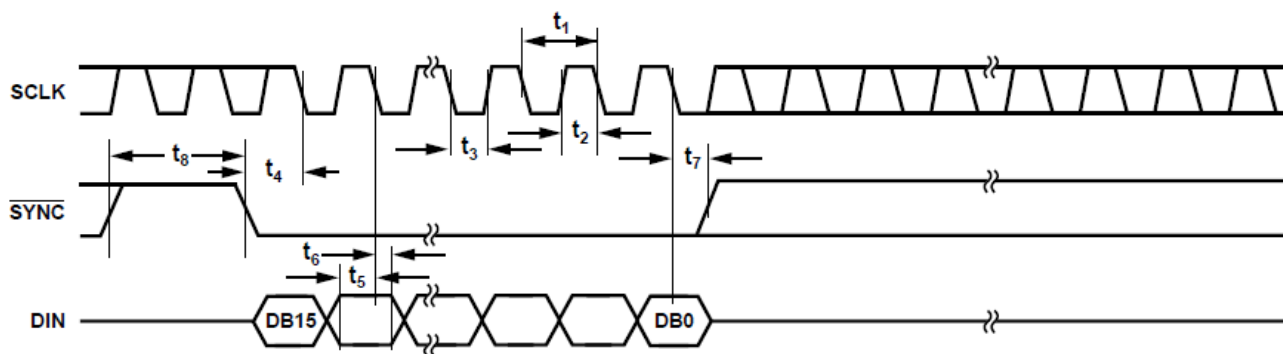


图6、串联接口时序图

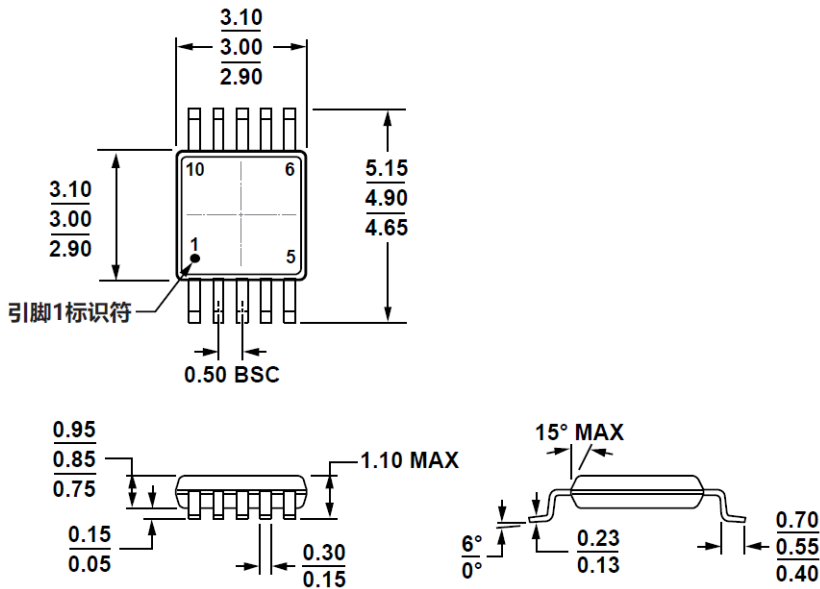
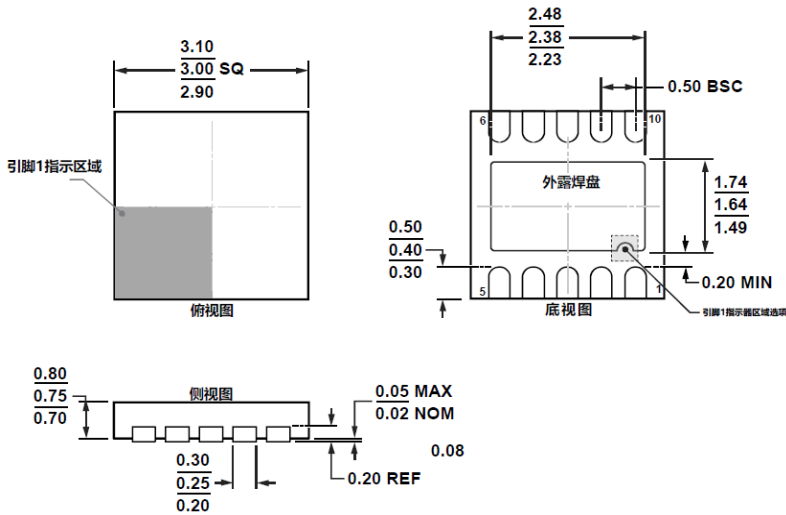
$V_{DD}=2.5V$ 至 $5.5V$; 对所有转换器 T_{MIN} 至 T_{MAX} , 除非另外说明。

参数 ¹²³	T_{MIN} , T_{MAX} 极值		单位	测试条件
	$V_{DD}=2.5V$ 至 $3.6V$	$V_{DD}=3.6V$ 至 $5.5V$		
t1	40	33	ns min	SCLK 循环时间
t2	16	13	ns min	SCLK 高电平时间
t3	16	13	ns min	SCLK 低电平时间
t4	16	13	ns min	SYNC至SCLK下降沿设置时间
t5	5	5	ns min	数据设置时间
t6	4.5	4.5	ns min	数据保持时间
t7	0	0	ns min	SCLK 下降沿到SYNC上升沿时间
t8	80	33	ns min	最小SYNC高电平时间

1.设计值非实际测试值。

2.所有输入信号指定为 $t_r=t_f=5ns$ (V_{DD} 的10%至90%), 信号时间从 $(V_{IL}+V_{IH})/2$ 开始。

3.如图6。

uDAC4x08/10/12低功耗、4通道8/10/12位DAC
14、封装尺寸及结构
MSOP10封装

QFN10封装

15、封装尺寸及结构

型号	温度范围	封装	包装	
uDAC4x08	uDAC4x08ADF	-40°C~105°C	QFN10	4000卷带
	uDAC4x08BDF	-40°C~105°C	QFN10	4000卷带
	uDAC4x08AMS	-40°C~105°C	MSOP10	4000卷带
	uDAC4x08BMS	-40°C~105°C	MSOP10	4000卷带
uDAC4x10	uDAC4x10ADF	-40°C~105°C	QFN10	4000卷带
	uDAC4x10BDF	-40°C~105°C	QFN10	4000卷带
	uDAC4x10AMS	-40°C~105°C	MSOP10	4000卷带
	uDAC4x10BMS	-40°C~105°C	MSOP10	4000卷带
uDAC4x12	uDAC4x12ADF	-40°C~105°C	QFN10	4000卷带
	uDAC4x12BDF	-40°C~105°C	QFN10	4000卷带
	uDAC4x12AMS	-40°C~105°C	MSOP10	4000卷带
	uDAC4x12BMS	-40°C~105°C	MSOP10	4000卷带