

## 产品特性

- 两个低噪声可编程增益放大器 (PGA) 和两个高分辨率同步采样模数转换器 (ADC)
- 输入参考噪声: 1.2  $\mu$ Vpp(带宽为 70Hz)
- 输入偏置电流: 电流 300pA
- 数据速率: 250 ~ 16000 每秒采样率(SPS)
- 共模抑制比 CMRR: -120dB
- 可编程增益: 1, 2, 4, 6, 8, 12 或者 24
- 单极或双极电源:
  - ◆ 模拟: 4.75V 至 5.25V
  - ◆ 数字: 1.8V 至 3.6V
- 内置人体生物电信号测量的以下功能
  - ◆ 人体偏置(Bias)放大器
  - ◆ 电极掉落(Lead-Off)检测
  - ◆ 内部测试信号
- 内置振荡器可选择
- 内置基准可选择
- 灵活的省电、待机模式
- SPI 接口
- 工作温度: -40°C~+85°C

## 产品描述

CBM24AD92-2CQ 是一款 2 通道低噪声、24 位同步采样 $\Delta\Sigma$ 模数转换器 (ADC) 产品。该产品内置可编程增益放大器 (PGA)、内部基准以及时钟振荡器。

CBM24AD92-2CQ 具备颅外脑电图 (EEG) 和心电图 (ECG) 应用所需的功能。凭借其高集成度和出色性能, CBM24AD92-2CQ 能够以大幅缩小的尺寸为用户构建可穿戴的脑机接口系统。

CBM24AD92-2CQ 在每条通道中配了一个灵活的输入多路复用器。该复用器可与内部生成信号独立相连, 完成测试、温度和导联断开检测。

此外, 可选择输入通道的任一配置生成人体偏置输出信号。还提供可选的 SRB1/2 引脚, 可作为单端(P/N 端)采样的另一端 (N/P 端) 输入。在需要的情况下可把通道 1 配置为呼吸检测模式。

CBM24AD92-2CQ 以 250SPS 至 16kSPS 的数据传输速率运行。可通过激励电流源在器件内部实现导联断开检测。可在通道较多的系统中采用菊花链配置串联多个 CBM24AD92-2CQ 器件。CBM24AD92-2CQ 采用 VQFN-32 (5mm\*5mm) 和 TQFP-32 封装。

## 产品应用

- 人体生物电信号测量的医疗设备:
- 脑电图(EEG)研究
- 胎儿心电监测(ECG)
- 睡眠研究监测
- 双谱指数(BIS)
- 诱发音频电位 (EAP)

## 目录

产品特性	- 1 -
产品应用	- 1 -
产品描述	- 1 -
修订日志	- 3 -
功能框图	- 4 -
引脚配置和功能描述	- 5 -
绝对最大额定值	- 7 -
推荐工作条件	- 7 -
热性能参数	- 8 -
电气特性	- 8 -
串行通信时序	- 12 -
典型参数	- 14 -
寄存器映射	- 15 -
封装外形及尺寸	- 17 -
包装/订购信息	- 18 -

## 修订日志

版本	修订日期	变更内容	变更原因	制作	审核	备注
V1.0	2026.2.11			WW	LYL	

## 功能框图

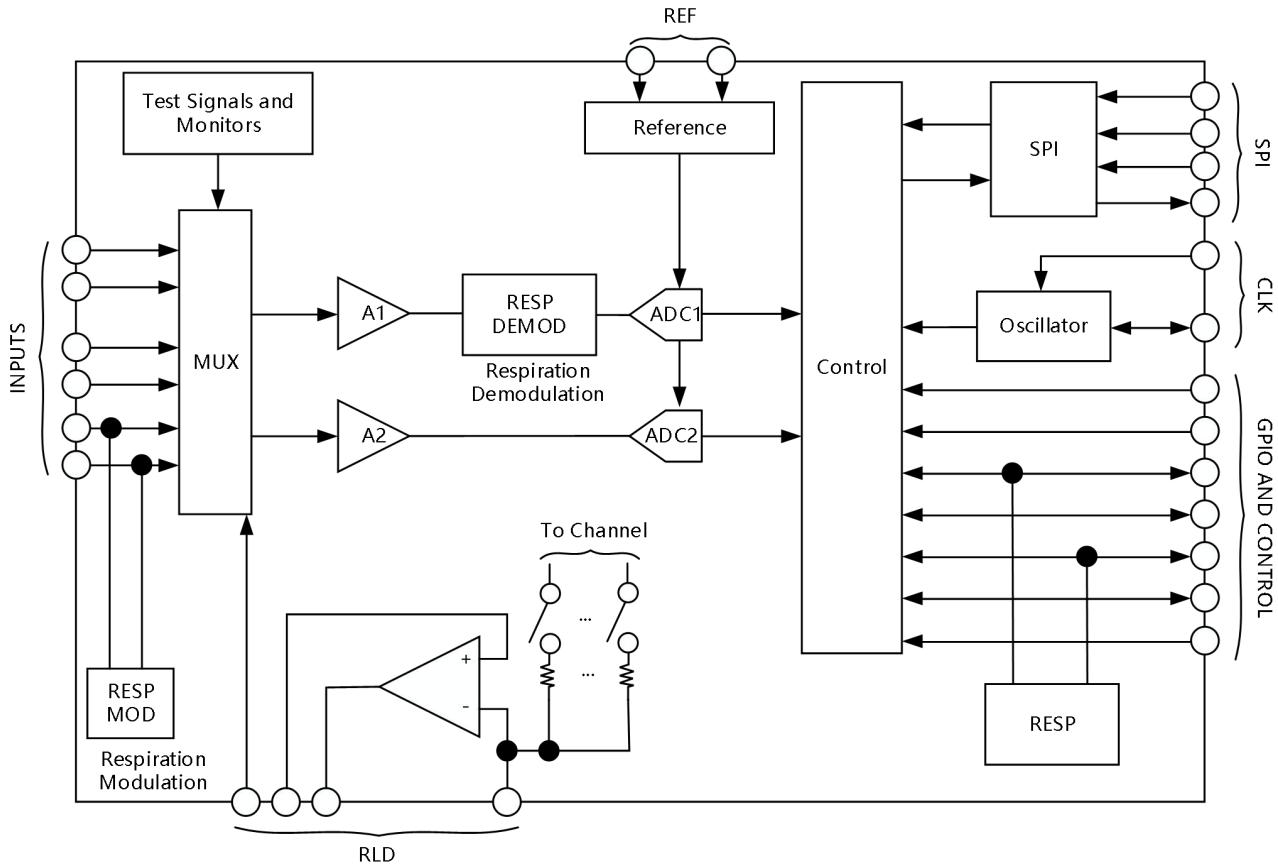


图 1. 功能框图

## 引脚配置和功能描述

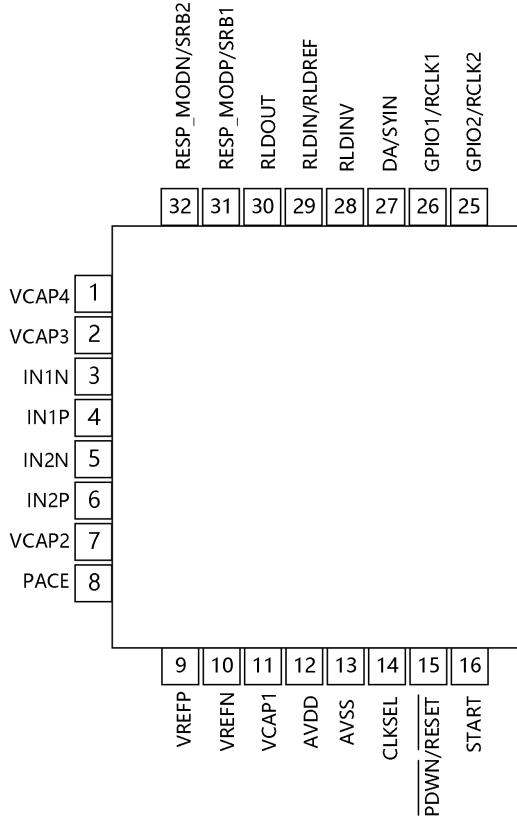


图 2. VQFN-32 引脚配置 (顶视图)

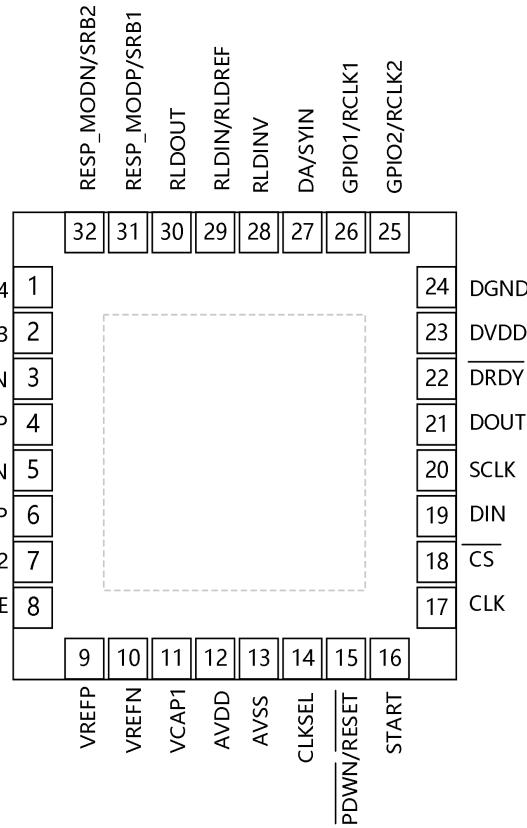


图 3. TQFP-32 引脚配置 (顶视图)

引脚编号.	类型	引脚名称 (VQFN-32/TQFP-32)	描述
1	模拟输出	VCAP4	模拟电容引脚；将 1μF 电容连接到 AVSS。
2	模拟输出	VCAP3	模拟电容引脚；将 1μF 和 0.1μF 电容的并联组合连接到 AVSS
3	模拟输入	IN1N	1通道差分模拟负输入N
4	模拟输入	IN1P	1通道差分模拟正输入P
5	模拟输入	IN2N	2通道差分模拟负输入N
6	模拟输入	IN2P	2通道差分模拟正输入P
7	模拟输出	VCAP2	模拟电容引脚；将 1μF 电容连接到 AVSS。
8	模拟输出	PACE	起搏器信号检测模拟输出
9	模拟输入/输出	VREFP	正模拟参考电压；将一个最小 10μF 的电容连接到 VREFN。
10	模拟输入	VREFN	负模拟参考电压。

11	模拟输出	VCAP1	模拟电容引脚；将 10μF 电容连接到 AVSS。
12	模拟电源	AVDD	模拟电源。将1μF 电容连接到 AVSS。
13	模拟地	AVSS	模拟地
14	数字输入	CLKSEL	内部或外部主时钟选择
15	数字输入	RESET/PWDN 或 RESET_/PWDN_	系统复位，低电平有效
16	数字输入	START	启动或重新启动转换的同步信号
17	数字输入	CLK	主时钟输入
18	数字输入	CS或CS_	SPI片选，低电平有效
19	数字输入	DIN	SPI串行数据输入
20	数字输入	SCLK	SPI串行时钟输入
21	数字输出	DOUT	SPI串行数据输出
22	数字输出	DRDY或DRDY_	数据就绪，低电平有效
23	数字电源	DVDD	数字电源。将 1μF 电容连接到 DGND
24	数字地	DGND	数字地
25	数字输入/输出	GPIO2	通用输入/输出引脚 2
26	数字输入/输出	GPIO1	通用输入/输出引脚 1
27	数字输入	DAISYIN	菊花链输入
28	模拟输入/输出	BIASINV或RLDINV	人体偏置或右腿驱动运放反相输入
29	模拟输入	BIASIN/BIASREF或 RLDIN/RLDRE	人体偏置或右腿驱动参考输入
30	模拟输出	BIASOUT或RLDOUT	人体偏置或右腿驱动运放输出
31	模拟输入/输出	RESP_MODEP/SRB1	参考和偏置信号1或呼吸调制信号P
32	模拟输入/输出	RESP_MODEN/SRB2	参考和偏置信号2或呼吸调制信号N

## 绝对最大额定值

参数	范围
AVDD 至 AVSS	-0.3V 至 +5.5V
DVDD 至 DGND	-0.3V 至 +3.9V
AVSS 至 DGND	-3V 至 +0.2V
VREFP 至 AVSS	-0.3V 至 AVDD+0.3V
VREFN 至 AVSS	-0.3V 至 AVDD+0.3V
模拟输入	AVSS-0.3 至 AVDD+0.3V
数字输入	DGND-0.3 至 DVDD+0.3V
输入, 连续施加, 除电源引脚外的所有引脚	-10 至 10mA
结温, $T_J$	150°C
存储温度, Tstg	-65°C 至 +150°C
HBM	$\pm 2\text{kV}$
CDM	$\pm 500\text{V}$

## 推荐工作条件

参数	最小值	典型值	最大值	单位
<b>供电范围</b>				
模拟供电	AVDD 至 AVSS	4.75	5	5.25
数字供电	DVDD 至 DGND	1.8	3.3	3.6
模拟-数字供电压差	AVDD – DVDD	-2.1	--	3.6
<b>模拟信号输入范围</b>				
满幅值差分输入电压	$\text{VIN}_{xP} - \text{VIN}_{xN}$	--	$\pm \text{VREF} / \text{增益}$	--
输入信号共模电压范围 (VCM)	$(\text{VIN}_{xP} + \text{VIN}_{xN}) / 2$			
<b>基准电压输入范围</b>				
基准输入电压 (VREF)	$\text{VREF} = (\text{VVREFP} - \text{VVREFN})$	--	4.5	--
负端输入(VREFN)		--	AVSS	--
正端输入(VREFP)		--	AVSS+4.5	--

<b>时钟输入</b>					
外部时钟输入频率	CLKSEL pin = 0	1.5	2.048	2.25	MHz
<b>数字输入</b>					
输入电压范围		DGND - 0.1	--	DVDD + 0.1	V
<b>温度范围</b>					
工作温度范围 (TA)		-40	--	85	°C

## 热性能参数

<b>热性能参数</b>	<b>单位</b>
R <sub>θJA</sub> 结到环境热阻	46.2
R <sub>θJC(top)</sub> 结到壳 (顶部) 热阻	5.8
R <sub>θJC(bot)</sub> 结到壳 (底部) 热阻	-- °C/W
R <sub>θJB</sub> 结到板热阻	19.6
Ψ <sub>JT</sub> 结到顶部特征参数	0.2
Ψ <sub>JB</sub> 结到板特征参数	19.2

## 电气特性

除特别说明，典型值条件为 T<sub>A</sub>=25°C，最大值和最小值适用于 T<sub>A</sub>=-40°C~85°C。所有电气参数的测量条件为：A<sub>VDD</sub>-A<sub>VSS</sub>=5V, D<sub>VDD</sub>=3.3V, V<sub>REF</sub>=4.6V, 使用 f<sub>CLK</sub>=2.048MHz 的外部时钟, 采样率=250SPS, gain=12。

<b>参数</b>	<b>符号</b>	<b>最小值</b>	<b>典型值</b>	<b>最大值</b>	<b>单位</b>	<b>测试条件</b>
<b>模拟输入</b>						
输入电容		--	20	--	pF	
		--	--	±300	pA	T <sub>A</sub> = 25°C, INxP = INxN = 2.5V
输入偏置电流		--	±300	--	pA	T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C , INxP = INxN = 2.5V
直流输入电阻		--	1000	--	MΩ	未开启 lead-off
		--	--	500		I <sub>LEADOFF</sub> = 6nA
<b>PGA性能</b>						

增益配置			1, 2, 4, 6, 8, 12, 24			
带宽		BW	662 / 332 / 165 / 110 / 83 / 55 / 27 @Gain = 1 / 2 / 4 / 6 / 8 / 12 / 24		kHz	
<b>ADC性能</b>						
位数		--	24	--	Bits	
采样率	DR	250	--	16000	SPS	$f_{CLK} = 2.048MHz$
共模输入电压	$V_{CM}$	AVSS+ 0.3	--	AVDD- 0.3	V	设置 HDR_EN =1
		AVSS+ 0.3	--	AVDD- 1.3	V	设置 HDR_EN =0
<b>ADC 直流性能</b>						
等效输入噪声 (0.01Hz ~ 70 Hz)		--	1.2	--	$\mu V_{pp}$	1000 点, 4 秒数据, gain = 24, $T_A = 25^\circ C$ , 输入短路
积分非线性度	INL	--	14	--	PPM	$V_{IN} = -3dBFs$ , gain=12
失调误差		--	14	--	$\mu V$	gain = 12, 250 SPS
失调误差温漂		--	80	--	nV/ $^\circ C$	
增益误差		--	1.5	--	% of FS	gain = 12, 250 SPS
增益误差温漂		--	3	--	PPM/ $^\circ C$	
通道间增益匹配度		--	0.2	--	% of FS	
<b>ADC 交流性能</b>						
共模抑制比	CMRR	--	-120	--	dB	$f_{CM} = 50Hz \text{ and } 60Hz$
电源电压抑制比	PSRR	--	112	--	dB	$f_{PS} = 50Hz \text{ and } 60Hz$
串扰		--	-110	--	dB	$f_{IN} = 50Hz \text{ and } 60Hz$ , gain=12
信噪比	SNR	--	113	--	dB	$V_{IN} = -6dBFs$ , $f_{IN} = 10Hz$ , gain=12
总谐波失真	THD	--	-98	--	dB	$V_{IN} = -6dBFs$ , $f_{IN} = 60Hz$ , gain=12
<b>人体 BIAS 放大器</b>						
噪声		--	2	--	$\mu V_{rms}$	$BW = 150 Hz$
增益带宽积	GBW	--	100	--	kHz	50-k $\Omega$    10-pF load,

						gain = 1
压摆率	SR	--	0.07	--	V/ $\mu$ s	50-k $\Omega$    10-pF load, gain = 1
总谐波失真	THD	--	-80	--	dB	f <sub>IN</sub> = 10Hz, gain = 1
输出短路电流	ISC	--	1.1	--	mA	
静态功耗		--	20	--	$\mu$ A	
<b>电极掉落检测</b>						
AC 检测可选频率		--	f <sub>DR</sub> /4	--	Hz	连续检测
		--	DR/4 , 7.8 , 31.2	--		周期检测
		--		--	nA	
恒流源电流		--	10	--	nA	I <sub>LEAD_OFF[1:0]</sub> = 00
		--	40	--	nA	I <sub>LEAD_OFF[1:0]</sub> = 01
		--	8.5	--	$\mu$ A	I <sub>LEAD_OFF[1:0]</sub> = 10
		--	34	--	$\mu$ A	I <sub>LEAD_OFF[1:0]</sub> = 11
恒流源精度		--	20%	--		
比较器门限精度		--	$\pm$ 30	--	mV	
<b>外部基准</b>						
输入电阻		--	6.9	--	k $\Omega$	
<b>内部基准</b>						
内部基准电压	V <sub>REF</sub>	--	4.6	--	V	
V <sub>REF</sub> 精度		--	$\pm$ 0.4%	--		
V <sub>REF</sub> 温漂		--	35	--	ppm/ $^{\circ}$ C	
V <sub>REF</sub> 启动时间		--	25	--	ms	
<b>系统监测</b>						
模拟供电测量误差		--	2%	--		
数字供电测量		--	2%	--		
器件唤醒		--	150	--	ms	从上电到 DRDY 变为低电平
		--	31.25	--	$\mu$ s	待机模式
<b>温度测量</b>						

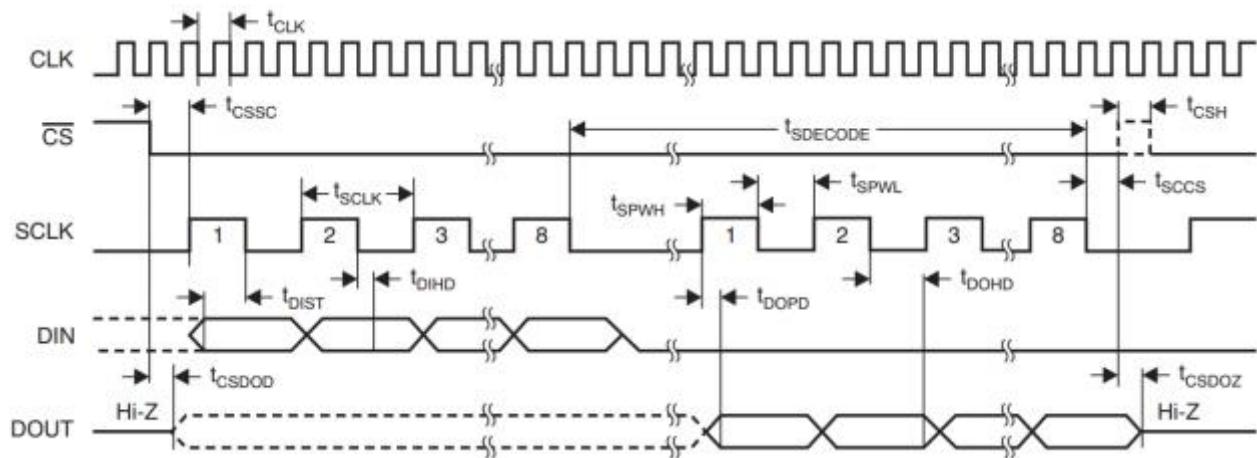
电压		--	145	--	mV	T <sub>A</sub> = 25°C
转换系数		--	490	--	μV/°C	
<b>测试信号</b>						
频率		f <sub>CLK</sub> / 2 21 , f <sub>CLK</sub> / 2 20			Hz	
电压		1 * V <sub>REF</sub> / 2400 , 2 * V <sub>REF</sub> / 2400			V	
电压精度		±2%				
<b>时钟</b>						
内部时钟频率		--	2.048	--	MHz	
内部时钟精度		--	--	0.5%		T <sub>A</sub> = 25°C
		--	--	2.5%		T <sub>A</sub> = -40°C ~ +85°C
内部时钟启动时间		--	20	--	μs	
内部时钟功耗		--	120	--	μW	
<b>数字信号电平(DVDD=1.8V to 3.3V)</b>						
高电平输入	V <sub>IH</sub>	0.8*DVG DD	--	DVDD +0.1	V	
低电平输入	V <sub>IL</sub>	-0.1	--	0.2*DVG DD		
高电平输出	V <sub>OH</sub>	0.9*DVG DD	--	--	V	
低电平输出	V <sub>OL</sub>	--	--	0.1*DVG DD	V	
输入电流		-10	--	10	μA	
<b>功耗 (AVDD-AVSS=5V, DVDD=3.3V)</b>						
AVDD 电流	I <sub>AVDD</sub>	--	2.3	--	mA	内部基准开启, 5V , HDR_EN=0
AVDD 电流	I <sub>AVDD</sub>	--	3.0	--	mA	内部基准开启, 5V , HDR_EN=1
DVDD 电流	I <sub>DVDD</sub>	--	0.7	--	mA	Normal Mode , DVDD=3.3V
功耗		--	13.8	--	mW	Normal Mode (设置 HDR_EN=0)
		--	17.3	--	mW	Normal Mode (设置

						HDR_EN=1)
	--	3.63	--	mW	Standby Mode, 内部基准开启	
	--	14	--	μW	PWDN_=0 Mode	

## 串行通信时序

除非特别说明,  $T_A=25^\circ\text{C}$

参数		2.7V≤DVDD≤3.6V		1.65V≤DVDD≤2V		单位
		最小值	最大值	最小值	最大值	
$t_{CLK}$	主时钟周期	414	514	414	514	ns
$t_{CSSC}$	CS低电平至第一个SCLK, 设置时间	6	--	17	--	ns
$t_{SCLK}$	SCLK周期	50	--	66.6	--	ns
$t_{SPWH,L}$	SCLK脉冲宽度, 高电平和低电平	15	--	25	--	ns
$t_{DIST}$	DIN有效至SCLK下降沿: 设置时间	10	--	10	--	ns
$t_{DIHD}$	SCLK下降沿之后的有效DIN: 保持时间	10	--	11	--	ns
$t_{CSH}$	CS高电平脉冲	2	--	2	--	$t_{CLK}$
$t_{SCCS}$	第8个SCLK下降沿至CS高电平	4	--	4	--	$t_{CLK}$
$t_{SDECODE}$	命令解码时间	4	--	4	--	$t_{CLK}$
$t_{DISCK2ST}$	DAISY_IN有效至SCLK上升沿: 设置时间	10	--	10	--	ns
$T_{DISCK2HT}$	SCLK上升沿之后DAISY_IN有效: 保持时间	10	--	10	--	ns
$t_{DOHD}$	SCLK下降沿至无效DOUT: 保持时间	10	--	10	--	ns
$t_{DOPD}$	SCLK上升沿至DOUT有效: 设置时间	--	17	--	32	ns
$t_{CSDOD}$	CS低电平至DOUT驱动	10	--	20	--	ns
$t_{CSDOZ}$	CS高电平至DOUT至Hi-Z	--	17	--	20	ns

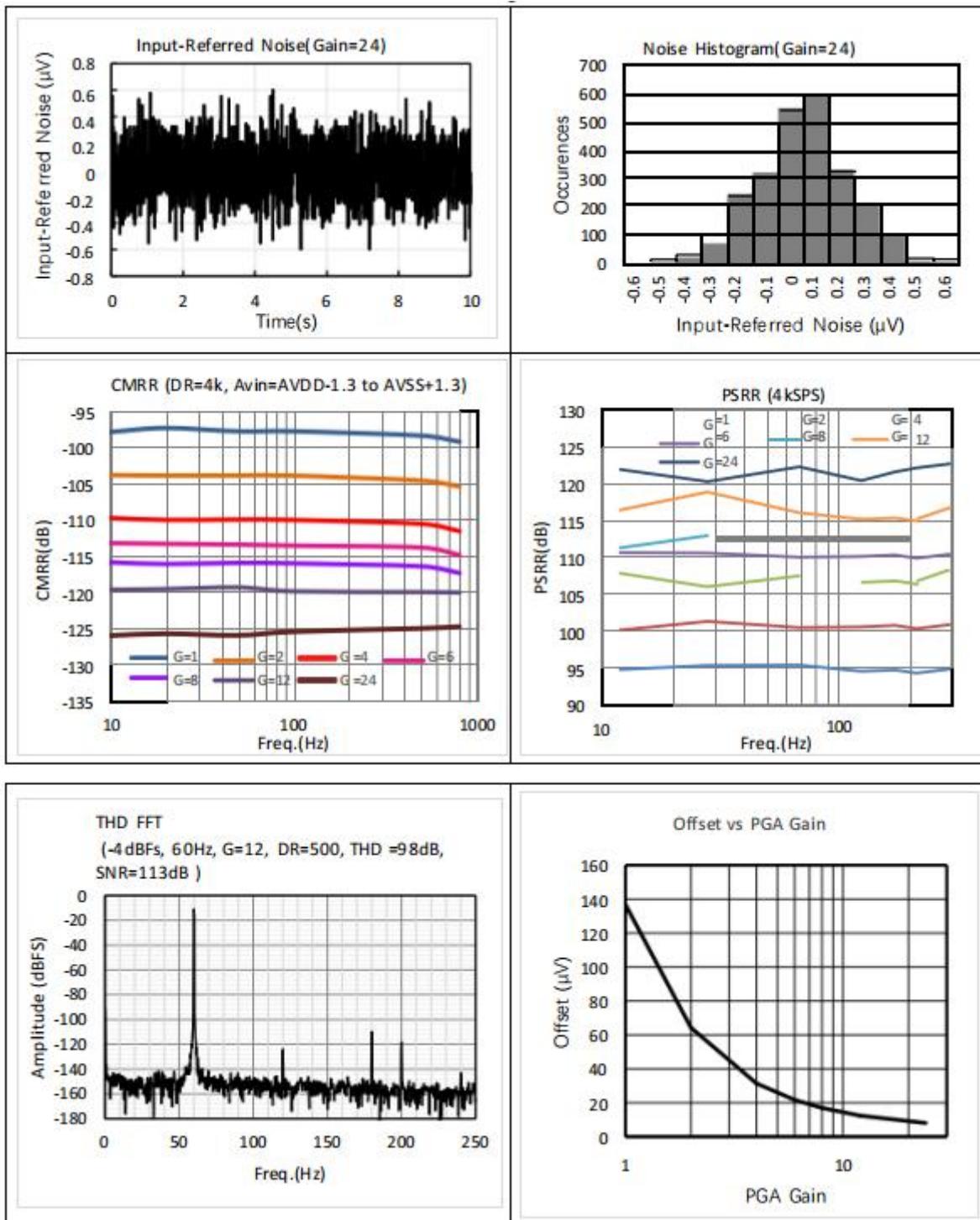


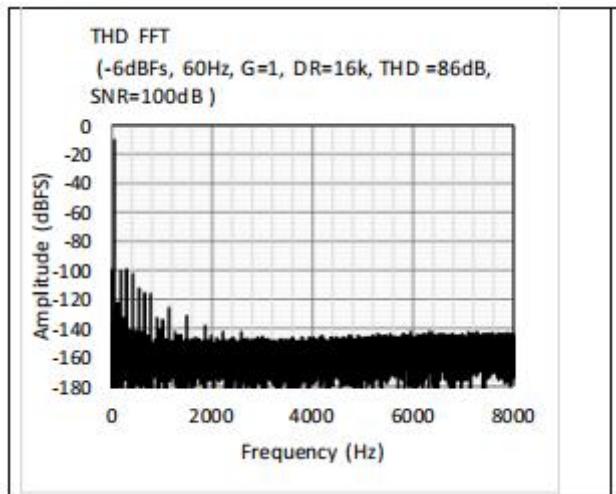
串口通信时序图

注意：SPI 设置为 CPOL=0 且 CPHA=1。

## 典型参数

除特别说明，所有电气参数的测量条件为： $T_A=25^\circ\text{C}$ ,  $A_{VDD}-A_{VSS}=5\text{V}$ ,  $D_{VDD}=3.3\text{V}$ ,  $V_{REF}=4.63\text{V}$ , 使用  $f_{CLK}=2.048\text{MHz}$  的外部时钟，采样率=250SPS, gain=12。





## 寄存器映射

地址	寄存器名称	默认设置	寄存器位							
			7	6	5	4	3	2	1	0
<b>只读ID寄存器</b>										
00h	ID	xxh	REV_ID[2:0]							
<b>跨渠道的全局设置</b>										
01h	CONFIG_1	96h	1	DAISY_EN_-	CLK_EN	1	HDR_EN	DR[2:0]		
02h	CONFIG_2	00h	1	1	0	INT_CAL	0	CAL_AMPO	CAL_FREQ[1:0]	
03h	CONFIG_3	60h	PD_REF_BUF_-	1	VREF_4_V	BIAS_MEAS	BIASREF_INT	PD_BIAS_-	BIAS_LOFF_SE_NS	BIAS_STAT
04h	LOFF	00h	COMP_TH[2:0]							
<b>通道特定设置</b>										
05h	CH1SET	61h	PD1	GAIN1[2:0]		SRB2	MUX1[2:0]			
06h	CH2SET	61h	PD2	GAIN2[2:0]		SRB2	MUX2[2:0]			
0Dh	BIAS_SE_NSP	00h								
0Eh	BIAS_SE_NSN	00h								
0Fh	LOFF_S	00h								

	ENSP										
10h	LOFF_S ENSN	00h									
11h	LOFF_FL IP	00h									

**引线断开状态寄存器（只读寄存器）**

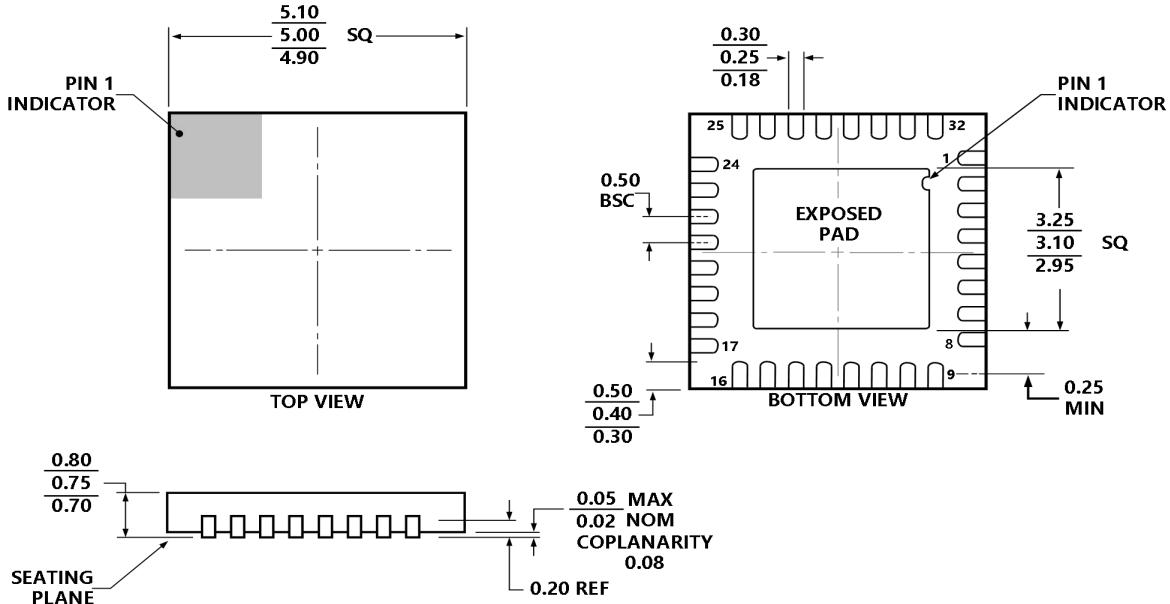
12h	LOFF_S TATP	00h							IN2P_O FF	IN1P_O FF
13h	LOFF_S TATN	00h							IN2N_O FF	IN1N_O FF

**GPIO 和其他寄存器**

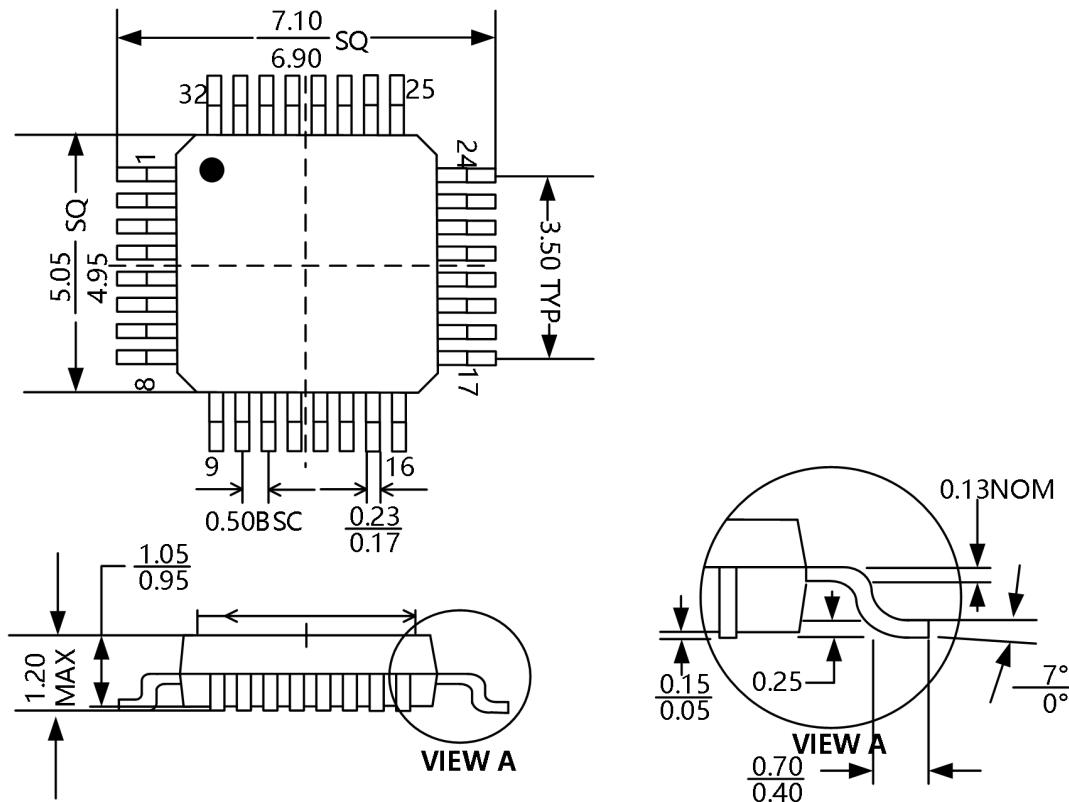
14h	GPIO	0Fh	GPIOD[4:1]				GPIOC[4:1]			
15h	PACE	00h	0	0	SRB1	0	0	PACE_SEL		PD_PAC_E_b
16h	RESP	00h	RESP_D EMOD_EN	RESP_M OD_EN	0	RES_PH				RESP_CTRL
17h	CONFIG 4	00h	0	0	0	0	SINGLE _SHOT	0	PD_LOF F_COM P_-	0

## 封装外形及尺寸

### VQFN-32



VQFN-32 封装尺寸图

**TQFP-32**


TQFP-32 封装尺寸图

**包装/订购信息**

产品型号	订单编码	温度范围	产品封装	丝印	包装数量
CBM24AD92-2CQ		-40°C~85°C	VQFN-32		托盘, 490
CBM24AD92-2CQP		-40°C~85°C	TQFP-32		