

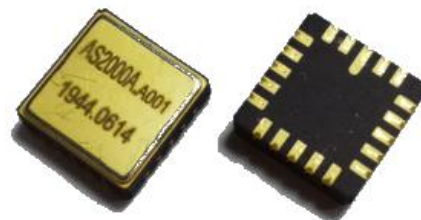
AS2000

高性能电容式 MEMS 数字加速度计器件

1. 概述

AS2000 加速度计是高性能电容式 MEMS 数字加速度计，主要应用于振动和惯性领域。采用高性能 ASIC 与 MEMS 传感器组成闭环系统，噪声、动态范围、非线性、重复性、温度漂移、抗冲击等性能优越，是目前行业内最具竞争优势的产品之一。

AS2000 支持 SPI 数字输出和模拟差分输出，支持片内温度补偿。



2. 产品特性

- 闭环结构电容式MEMS数字加速度计
- 电源电压：4.75V ~5.25V
- 量程：±2g / ±10g / ±30g / ±50g
- 工作温度：-55°C ~ +85°C
- 输出：模拟差分输出/SPI数字输出
- 内建温度传感器
- 支持片内三阶温度补偿
- 振动可靠性：20grms,随机振动, [20, 2000Hz]
- 抗冲击：6000g, 0.15ms
- 封装：CLCC20 (9.0mm*9.0mm)

参数 (典型值)	AS2002	AS2010	AS2030	AS2050	单位
量程	±2	±10	±30	±50	g
分辨率 (@ 1Hz Bandwidth)	20	100	200	200	μg
非线性度(满量程)	0.1	0.1	0.1	0.8	%
零位偏置	± 8	± 40	± 60	± 20	mg
零偏稳定性 (1s, 1h, 1σ)	50	120	120	100	μg
零偏重复性 (一天 7 次)	100	200	200	100	μg
零偏温度系数 (最大值)	0.2	0.2	0.2	0.1	mg/°C
比例因子稳定性 (一天 7 次)	120	120	120	100	ppm
比例因子重复性 (一天 7 次)	120	120	120	100	ppm
比例因子温度系数	120	120	120	100	ppm/°C
频率响应(±5%带宽)	100	80	80	100	Hz
频率响应(-3dB 带宽, max)	1000	250	250	250	Hz
谐振频率	> 3k	> 3k	> 4k	> 5k	Hz

3. 典型应用领域

- 地震监测
- 结构/楼宇监测
- 惯性导航工业和过程控制
- 平台稳定
- 工业和过程控制
- 能源探测

4. 引脚描述

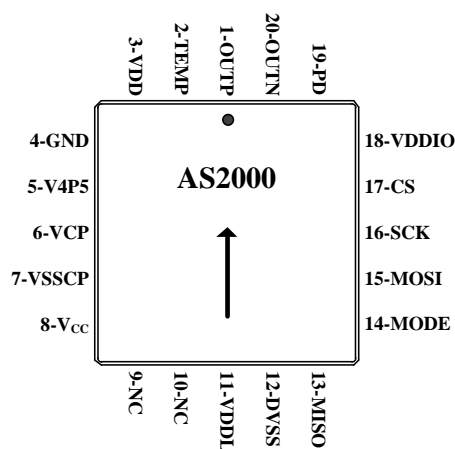


图 1. AS2000 引脚排布图 (顶视)

AS2000 加速度计采用标准 LCC20 陶瓷封装，图 1 为其引脚排布图，引脚定义描述见表 1。

表 1: AS2000 引脚定义描述

引脚编号	引脚名称	引脚特性	描述
1	OUTP	模拟输出	模拟差分输出正。
2	TEMP	模拟输出	模拟温度传感器输出
3	VDD	电源	5V 电源输入，电荷泵及数字电源。
4	GND	接地	电源地
5	V4P5	模拟输出	外接 0.1uF 电容，耐压 5V 以上。
6	VCP	电源	外接 0.1uF 电容，耐压 20V 以上。
7	VSSCP	接地	电荷泵地
8	Vcc	电源	5V 电源输入。
9、10	NC	--	无连接
11	VDDL	模拟输出	2.5V 电源,外加电容
12	DVSS	接地	数字地
13	MISO	数字输出	SPI 数字接口，数字信号输出。
14	MODE	输入	模式选择，高电平(VDDIO 电平)时选择模拟输出，否则选择数字输出，缺省内部下拉
15	MOSI	数字输入	SPI 数字接口，数字信号输入。
16	SCK	数字时钟	SPI 时钟输入。
17	CS	数字输入	SPI 片选使能。
18	VDDIO	电源	1.8V/3.3V/5V 电源输入，IO 电源。
19	PD	数字输入	Power down，高有效，内部下拉
20	OUTN	模拟输出	模拟差分输出负。

5. 技术指标

5.1 共性指标

测试条件: $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^{\circ}C$, 除非另有说明

参数	条件	最小值	典型值	最大值	单位
加速度传感器性能					
输出数据率				16	KSPS
数据位宽			24		Bit
温度传感器(数字输出)					
温度传感器数据位宽			14		Bit
灵敏度			72		LSB/ $^{\circ}C$
输出值@25 $^{\circ}C$			0		LSB
数据刷新率			10		Hz
温度传感器(模拟输出 TEMP)					
灵敏度			8.3		mV/ $^{\circ}C$
输出电压@25 $^{\circ}C$			2.47		V
输出电流负载			40		μA
输出电容负载			30		pF
供电 (VCC)					
输入电压		4.75	5	5.25	V
运行电流消耗	ADC 数据率 8KSPS		8		mA
启动时间	上电或 RSTN 拉高后		20		ms
加速度传感器输出 (模拟差分)					
输出电压	满量程差分输出	-	± 3.6	-	V
电阻负载		10	-	-	k Ω
电容负载		-	-	30	pF

5.2 AS2002 技术指标

测试条件: $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$, 差分输出, 除非另有说明

参数	条件	AS2002			单位
		最小值	典型值	最大值	
加速度传感器					
量程			± 2		g
非线性度	全量程百分比, 振动下		0.2		%
频率响应	$\pm 5\%$ 带宽		100		Hz
	$\pm 3dB$ 带宽		1000		Hz
谐振频率		3			kHz
分辨率			20		μg
噪声谱密度	在带宽内[0.1Hz ~ 100Hz]		15.8		μg_{rms}
	@0.1Hz		8.0		$\mu g/\sqrt{Hz}$
	@1Hz		3.0		
	@10Hz		1.5		
	@100Hz		1.2		
偏置					
零位校准		-8	-	+8	mg
温度系数			0.1		$mg/^\circ C$
稳定性	1 小时, 1 秒平滑, 1σ		50	120	μg
重复性			100	200	μg
比例因子					
比例因子	模拟输出	1782	1800	1818	mV/g
	数字输出	3321888	3355443	3388997	LSB/g
温度系数			50	120	ppm/ $^\circ C$
稳定性	不断电, 1 天 7 次, 1σ		60	120	ppm
重复性	断电, 1 天 7 次, 1σ		60	120	ppm
交叉耦合					
输入轴偏心率 (Kp, Ko)			10		mrad

5.3 AS2010 技术指标

测试条件: $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$, 差分输出, 除非另有说明

参数	条件	AS2010			单位
		最小值	典型值	最大值	
加速度传感器					
量程			± 10		g
非线性度	全量程百分比, 振动下		0.2		%
频率响应	$\pm 5\%$ 带宽		100		Hz
	$\pm 3dB$ 带宽		250		Hz
谐振频率		3			kHz
分辨率			100		μg
噪声谱密度	在带宽内[0.1Hz ~ 100Hz]		31.8		μg_{rms}
	@0.1Hz		15		$\mu g/\sqrt{Hz}$
	@1Hz		6.0		
	@10Hz		3.0		
	@100Hz		2.5		
偏置					
零位校准		-40	-	+40	mg
温度系数			0.1		$mg/^\circ C$
稳定性	1 小时, 1 秒平滑, 1σ		60	120	μg
重复性			150	400	μg
比例因子					
比例因子	模拟输出	356.4	360.0	363.6	mV/g
	数字输出	664378	671089	677800	LSB/g
温度系数			50	120	ppm/ $^\circ C$
稳定性	不断电, 1 天 7 次, 1σ		60	120	ppm
重复性	断电, 1 天 7 次, 1σ		60	120	ppm
交叉耦合					
输入轴偏心率 (Kp, Ko)			10		mrad

5.4 AS2030 技术指标

测试条件: $V_{CC}=5V$, $T_A=25^{\circ}C$, 差分输出, 除非另有说明

参数	条件	AS2030			单位
		最小值	典型值	最大值	
加速度传感器					
量程			± 30		g
非线性度	全量程百分比, 振动下		0.2		%
频率响应	$\pm 5\%$ 带宽		100		Hz
	$\pm 3dB$ 带宽		250		Hz
谐振频率		4			kHz
分辨率			200		μg
噪声谱密度	在带宽内[0.1Hz ~ 100Hz]		46.8		μg_{rms}
	@0.1Hz		25.0		$\mu g/\sqrt{Hz}$
	@1Hz		12.0		
	@10Hz		4.0		
	@100Hz		3.0		
偏置					
零位校准		-60	-	+60	mg
温度系数			0.2		$mg/^{\circ}C$
稳定性	1 小时, 1 秒平滑, 1σ		60	120	μg
重复性			150	400	μg
比例因子					
比例因子	模拟输出	118.8	120	121.2	mV/g
	数字输出	221459	223696	225933	LSB/g
温度系数			50	120	$ppm/^{\circ}C$
稳定性	不断电, 1 天 7 次, 1σ		60	120	ppm
重复性	断电, 1 天 7 次, 1σ		60	120	ppm
交叉耦合					
输入轴偏心率 (Kp, Ko)			10		mrad

6. 绝对最大额定参数

这只是额定最大值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

参数	注释	最小值	最大值	单位
电源电压		-0.3	5.8	V
各引脚电压		-0.3	V _{CC} +0.3	V
工作温度		-40	+125	°C
存储温度		-55	+150	°C
振动特性	VRE	AS2005, 国军标谱型, 6.06grms		mg
	振动前后变化量	AS2010 /AS2020 /AS2030 /AS2050, 国军标谱型, 20grms		mg
	存活 (振后主要精度指标降低 1 倍以内)	AS2005 通电, 三轴各 15mins, 随机[20, 2000Hz]		grms
		AS2010A/AS2020 /AS2030 /AS2050 通电, 三轴各 15mins, 随机 [20, 2000Hz]		grms
抗冲击	恢复时间	1000g, 1ms (半正弦) 通电冲三次 (冲击前后保持精度)		ms
	存活	3 次/轴, 不通电, 0.15ms 半正弦波, ±X、±Y、±Z 轴 (冲击前后零位变化小于 2mg)		g
ESD 等级	HBM 模式	-2	2	kV

7. 操作注意事项

AS2000 加速度计采用密封的陶瓷管壳封装，可保护传感器不受外界环境影响。但是，不恰当的操作会对封装气密性有影响，因为陶瓷封装的材料是氧化铝，比较脆。不恰当的操作还会对 MEMS 加速度计造成不可见的内部损害，甚至导致电气故障或者可靠性问题。所以要小心处理此器件，避免此器件掉在坚硬的物体表面上，以防损坏。

此器件是 ESD 敏感器件。所以在此产品的制造、测试、封装、包装及操作过程中必须采用适当的防静电措施。推荐以下使用指南：

在 ESD 可控的环境下使用本产品；

将此产品存放在有 ESD 保护的环境中，比如放在 ESD 安全的托盘里或者防静电袋中；

操作本产品时需要佩戴防静电手腕带和防静电手套。

ESD 警告



遇到高能量 ESD 时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的 ESD 防范措施，以避免器件性能下降或功能损失。

8. 推荐应用电路

AS2000 既可以支持模拟差分输出，也可以支持 SPI 数字输出（默认），应用电路如图 2 所示。若使用模拟差分输出，只需将第 14 脚拉高到 VDDIO 电平即可。

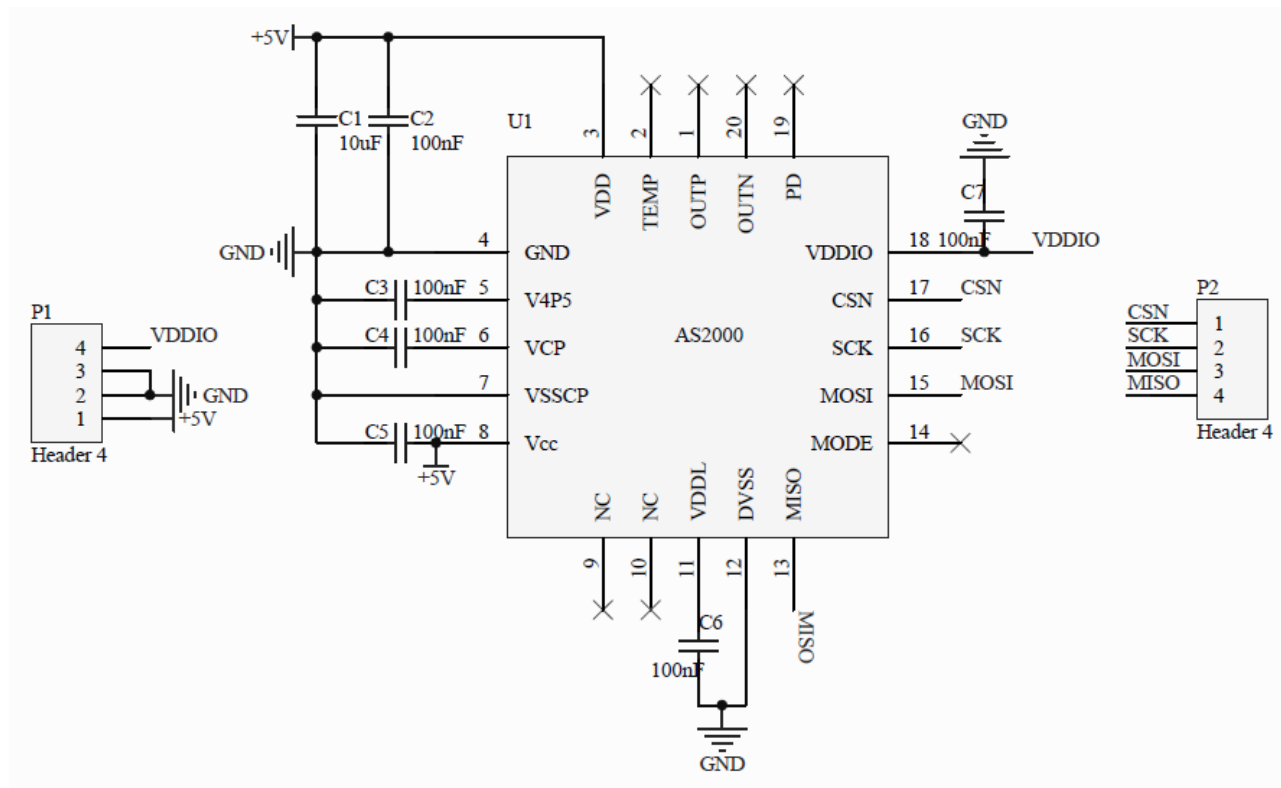


图 2. AS2000 加速度计推荐应用电路

9.1. 数字采集说明

AS2000 输出数据位宽 24bits (1bit 符号位, 23bit 数据位)。

AS2000 采用标准 4 线 SPI 接进行通信, 从模式运行。CSN 设置为低, 初始化通信, MOSI 和 MISO 数据变化必须同步于 SCK 下降沿, 主从采样必须同步于 SCK 的上升沿。支持最大时钟速率 20MHz。

AS2000 内部寄存器读写格式如图 3、4 所示。第一 Byte 的最高位为读写标志位, ‘1’ 表示接下来为读操作, ‘0’ 表示接下来为写操作, 第一 Byte 的低 7 位为地址位, 对应表 2 寄存器表。

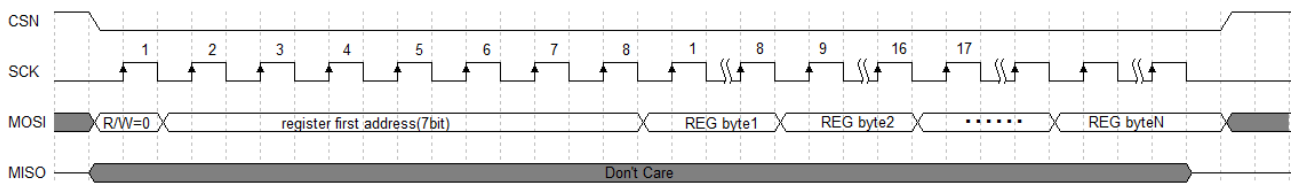


图3. 寄存器配置时序

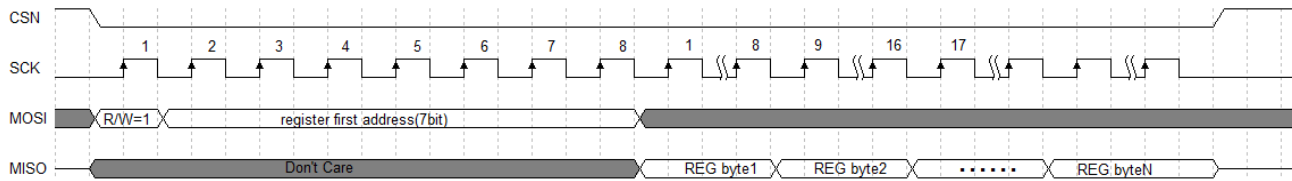


图4. 寄存器读取时序

AS2000 数据的采集如图 5 和图 6 所示, 上位机在采集数据时需要先发送 0xD1 命令, 再采集数据。

图 5 为上位机随机采集数据时序, 当内部数据更新时, DRDY 置为 ‘1’, 当数据被 SPI 采集后, DRDY 置为 ‘0’ 直至新的数据被更新, DRDY 再次被置为 ‘1’。DRDY 在数据中的具体位置, 受寄存器 READ_DATAONLY 控制, 当 READ_DATAONLY=1 时, DRDY 在数据的第 25 位, 默认 READ_DATAONLY=0 时, DRDY 在数据的第 1 位。

随机采集模式时, 为避免数据丢失, 建议 SPI 的采集速率略高于 AS2000 配置的数据输出速率, 可通过 DRDY 有效的去掉冗余数据。

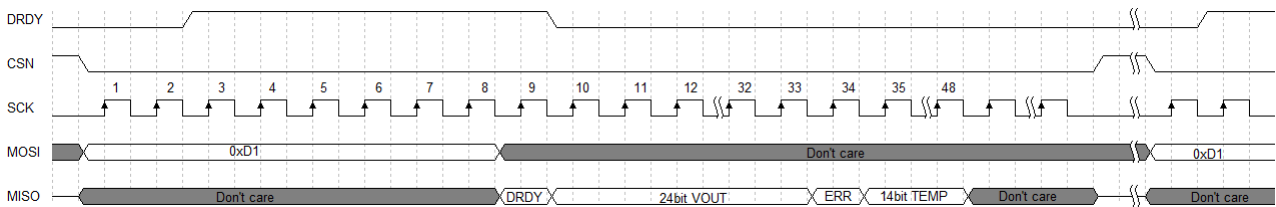


图5. 随机采集数据时序

图 6 为外同步采集数据时序，在外同步信号的下降沿锁定数据，DRDY 置为 ‘1’，当数据被 SPI 采集后，DRDY 置为 ‘0’ 直至新的同步到来，数据彩瓷被更新，DRDY 再次被置为 ‘1’。

外同步采集模式时，可通过加载速率匹配的同步信号与 SPI 采集信号，以避免数据的丢失或冗余。

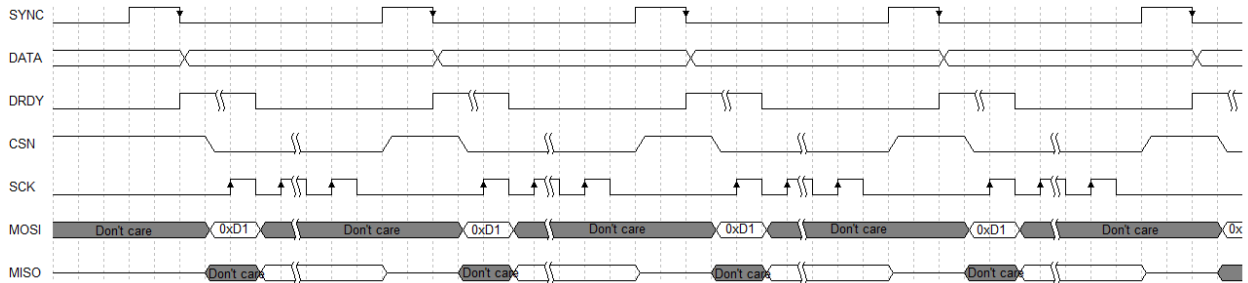


图 6. 外同步采集数据时序

9.2. 寄存器说明

AS2000 内部集成了 8*256 OTP，这些寄存器由厂家设定，地址从 0x00 开始，到 0x3F。

表 2. SPI 寄存器表

OTP 地址		bit 位								
十六进制	7	6	5	4	3	2	1	0		
00	Reserved by WIZMEMS OTP register									
01										
02										
03										
...										
3F										
临时寄存器地址		bit 位								
十六进制	7	6	5	4	3	2	1	0		
51	DRDY	VOUT<23>	VOUT<22>	VOUT<21>	VOUT<20>	VOUT<19>	VOUT<18>	VOUT<17>		
	VOUT<16>	VOUT<15>	VOUT<14>	VOUT<13>	VOUT<12>	VOUT<11>	VOUT<10>	VOUT<9>		
	VOUT<8>	VOUT<7>	VOUT<6>	VOUT<5>	VOUT<4>	VOUT<3>	VOUT<2>	VOUT<1>		
	VOUT<0>	ERR	TEMP<13>	TEMP<12>	TEMP<11>	TEMP<10>	TEMP<9>	TEMP<8>		
	TEMP<7>	TEMP<6>	TEMP<5>	TEMP<4>	TEMP<3>	TEMP<2>	TEMP<1>	TEMP<0>		
5E	READ_DATAONLY	IIRBW<2>	IIRBW<1>	IIRBW<0>	OUTBW<2>	OUTBW<1>	OUTBW<0>	COMPSL		
	0	0	0	0	0	SYNC_EN	0	0		

地址 0x5E，为客户可配置控制寄存器，由 16 位数据组成。

外部 SPI 主机可以通过配置地址 0x51 读出 40 位数据，为 1bit 数据有效位标志、1 路 24bit 数据输出、14bit 温度输出。

单路加速度输出为 24bit 有符号数，温度输出为 14bit 有符号数，对应十进制的转换关系如表 3 所示。

表 3 量程与二进制码对应关系

加速度		温度	
十六进制	十进制	十六进制	十进制
24'h7ffff	24'd8388607	14'h1fff	14'd8191
...
24'h000001	24'd1	14'h0001	14'd1
24'h000000	24'd0	14'h0000	14'd0
24'hffffff	-24'd1	14'h3fff	-14'd1
...
24'h800000	-24'd8388608	14'h2000	-14'd8192

9.3 用户可配置功能

9.3.1 用户可配置寄存器

表4. SPI 寄存器说明

寄存器名称	位宽	功能说明	可调范围
COMPSL	1	温度补偿开启使能	0: 开启 (默认); 1: 关闭
OUTBW	3	平均滤波器带宽选择	0:31.25KHz (默认); 1:15.625KHz; 2:7.813KHz; 3:3.906KHz; 4:1.953KHz; 5:965Hz; 6, 7:488Hz
IIRBW	3	IIR 滤波器带宽选择	0: 直通 (默认); 1:100Hz; 2:150Hz; 3:200Hz; 4:250Hz; 5:300Hz; 6:350Hz; 7:400Hz
READ_DATAONLY	1	数据输出格式控制	0: 数据输出顺序依次为 DRDY 信号, 随后为 3*24bit 加速度信号等 (默认); 1: 数据输出顺序依次为 3*24bit 加速度信号, 随后为 DRDY 信号等
SYNC_EN	1	外同步信号使能	0: 外同步信号屏蔽 (默认); 1: 外同步信号使能

9.3.2 片上温度补偿寄存器

AS2000 的片上温度补偿模块是用来补偿零偏和刻度因子相对温度变化引起的变化量。通过片上补偿实现零偏和刻度因子的 3 阶温度补偿。AS2000 可以通过用户配置, 选择是经过校正的数据或者未经过校正的数据进行输出。

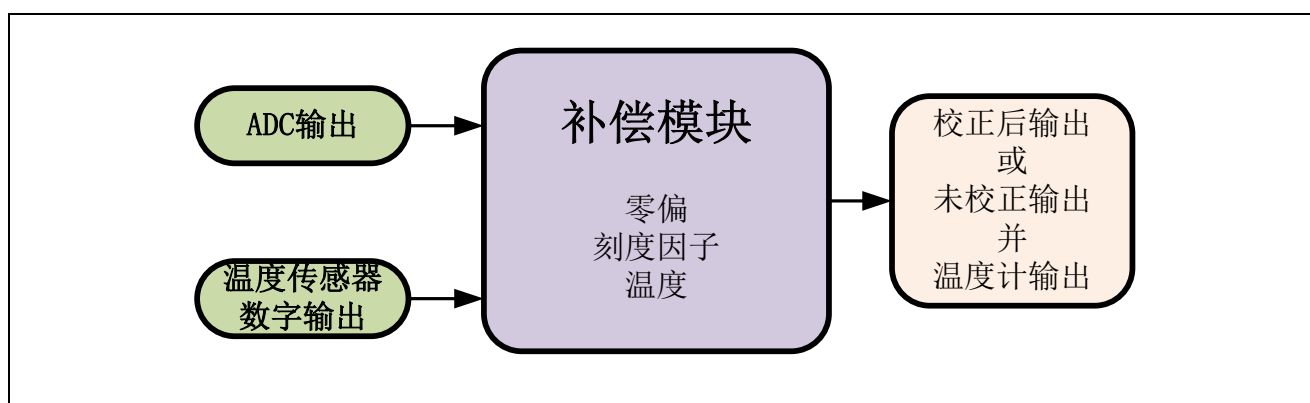


图7.片上温度补偿结构

若 COMPSL=0 为片内温度补偿使能, 采取 OTP 中的参数进行温度补偿, 若 COMPSL=1, 屏蔽内部温度补偿功能, 直接输出未经补偿的数据。

10. 推荐焊接方式

AS2000 为一款高精度 MEMS 加速度计，为了保证良好的工作性能和可靠性，焊接时一定要注意：将器件放置平稳，不要震动，确保每个引脚都要均匀的焊接，保证器件平行于应用电路板，且整个器件受力要均匀。

AS2000 推荐使用锡/铅（Sn/Pb）焊接，也可以使用熔点低的无铅（Pb-Free）焊料（熔点不超过 220℃）焊接。

推荐的回流曲线设置如下：

- 预热区——温度：常温—145℃，升温速度：1-2℃/秒；
- 活性区——温度：145—165℃，保温时间：100 秒；
- 回流区——峰值温度：220℃，回流时间：45 秒；
- 冷却区——温度：220℃—常温，冷却速度：开炉膛自然降温。

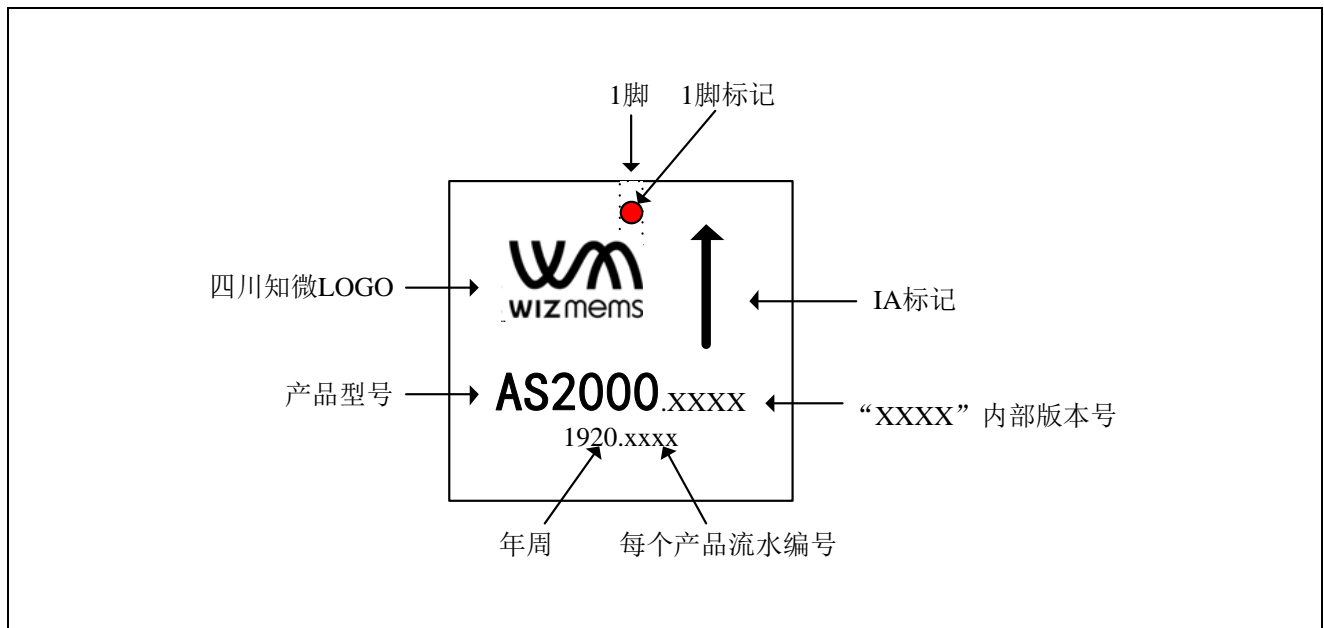
实际使用时，根据所选的焊接材料适当调整以上参数（峰值温度不超过 220℃）。

11. 订购信息

AS2	-XXX	说明
		<p>量程范围:</p> <p>005 = ±5g</p> <p>010 = ±10g</p> <p>020 = ±20g</p> <p>030 = ±30g</p> <p>050 = ±50g</p> <p>产品编号:</p> <p>AS2000: 产品编号</p>

订购编号 (举例)	型号说明	封装说明
AS2030	±30g	CLCC20

12. 顶层标号说明



13. 外形尺寸

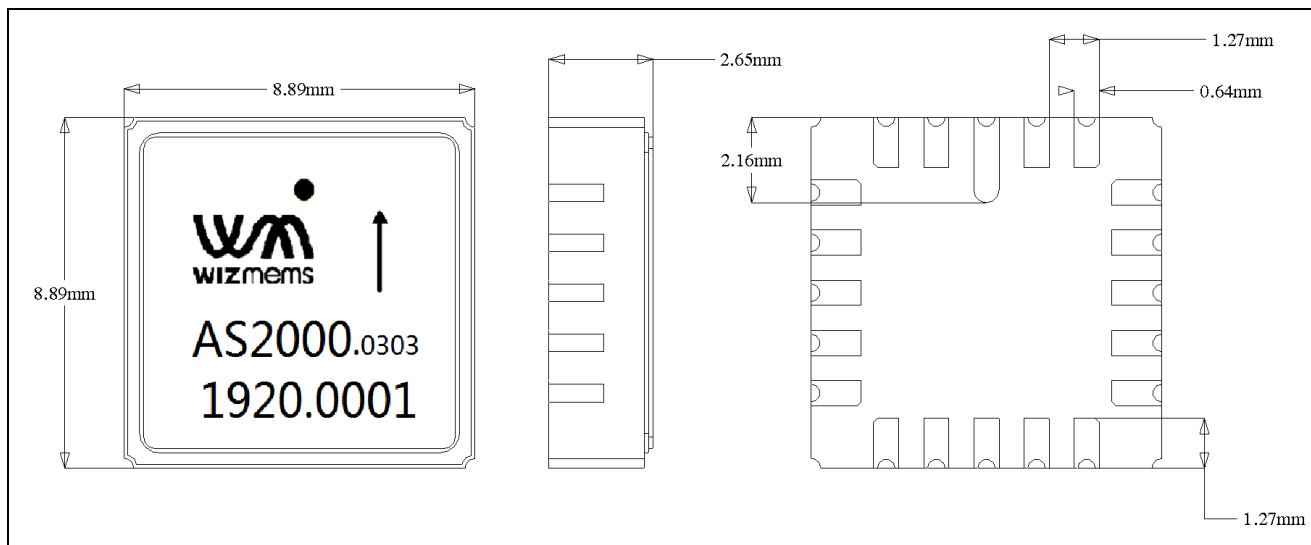


图8. AS2000 封装 (LCC20) 外形尺寸图

封装尺寸如下表所示:

参数	说明	最小值	平均值	最大值	单位
引脚加工	镀金	0.5	-	-	μm
	镀镍	2	-	-	μm
	钨	16	-	-	μm
重量		0.63	0.639	0.645	grams
尺寸	X	8.95	9	9.07	mm
	Y	8.92	9.01	9.1	mm
	Z	3.3	3.38	3.45	mm
封装	LCC基板+金属帽, 20引脚				
轴对准参考平面	使用LCC基板底部作为轴对准参考平面, 不可用金属盖表面作为轴对准参考平面				

14. 修订记录

修订	日期	说明
V0.1	2020年8月	AS2010 AS2030参数定义
V0.03	2020年1月	技术参数修改
V0.02	2018年7月	市场反馈修改
V0.01	2018年7月	初始版本