

TACS100系列加速度计

1、主要特点：

- 封装 10mm × 10mm × 3.5mm
- 低功耗 <40mW
- SPI总线输出 (24bit)
- 工作温度范围：-40° C ~ +85° C
- 抗大冲击：15000g
- 100%国产化



2、产品概述：

TACS100系列加速度计采用小体积陶瓷封装，具有高精度、宽量程、抗大冲击、适用温度范围广、全数字输出等特点。该款加速度计内部集成温度补偿功能，采用SPI总线读写数据。

3. 性能参数表：

表1 加速度计性能指标

性能参数	单位	TACS 100-5	TACS 100-10	TACS 100-15	TACS 100-30	TACS 100-50	TACS 100-100
量程	g	5	10	15	30	50	100
偏值稳定性	mg	0.10	0.12	0.12	0.15	0.25	0.50
偏值重复性	mg	0.15	0.20	0.30	0.40	0.60	1.00
偏值温度系数	mg/°C	0.05	0.10	0.10	0.20	0.30	0.50
全温零偏稳定性	mg	2.2	3.2	3.2	4.0	5.5	11.0
阈值/分辨率	mg	0.02	0.03	0.05	0.10	0.20	0.40
标度因数非线性	% of FS	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
标度因数重复性	ppm	50	100	150	200	250	300
标度因数 温度系数	ppm/°C	2	3	5	10	15	30
启动时间	s	0.1					
采样率	Hz	1000					
带宽	Hz	100/200可选					
功耗	mW	< 40					
供电电压	V	3.3 VDC					
输出形式		数字输出 (SPI)					

4. 绝对最大额定值

表2: 绝对最大额定值

参数	最小 典型 最大	单位
----	----------	----



电源电压	+3.25 +3.3+3.35	V
工作温度	-40 +85	° C
储存温度	-50 +125	° C
抗冲击	15000	g
机械冲击	500g/1ms 半正弦波	
随机振动	6g有效值(20~2KHz)	

注意，超出上述绝对最大额定值可能会导致器件永久性损坏。这只是额定最值，并不能以这些条件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，推断器件能否正常工作。长期在绝对最大额定值条件下工作会影响器件的可靠性。

掉在坚硬表面上可能会引起高于10,000g的冲击，甚至超过器件绝对最大额定值。搬运时应小心，避免损坏器件。

5. 加速度敏感轴

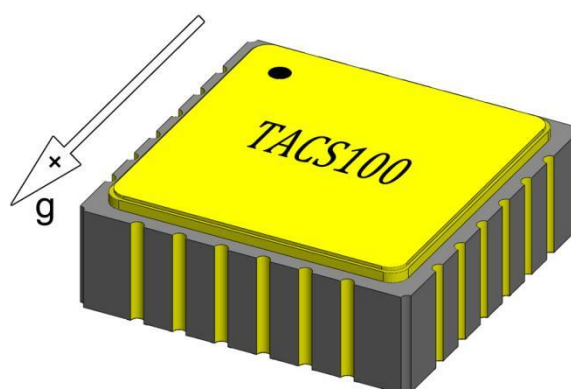


图1. 检测轴向示意图

本产品是单轴加速度检测器件。加速度敏感轴平行于芯片表面，沿芯片表面从第一引脚指向第六引脚为该器件的正方向。当正方向指向天空时，可产生正输出；指向地面时，可产生负输出。

6. 引脚定义

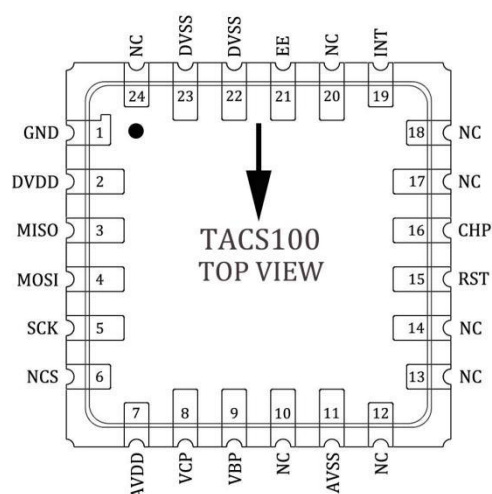


图2. 引脚图

表三. 引脚定义

编号	名称	类型	功能
1	GND	输入	电源地
2	DVDD	输入	3.3V通过10uF电容接地
3	MISO	输出	SPI输出数据线
4	MOSI	输入	SPI输入数据线
5	SCK	输入	SPI时钟线
6	NCS	输入	SPI片选（低有效）
7	AVDD	输入	3.3V通过10uF电容接地
8	VCP	输入	与7引脚短接，通过10uF电容接地
9	VBP	输出	通过10uF电容接地
10	NC		悬空
11	AVSS	输入	电源地
12	NC		悬空
13	NC		悬空
14	NC		悬空
15	RST		悬空
16	CHP		悬空
17	NC		悬空
18	NC		悬空
19	INT		悬空
20	NC		悬空
21	EE		悬空
22	DVSS	输入	电源地
23	DVSS	输入	电源地
24	NC		悬空

7、推荐原理图

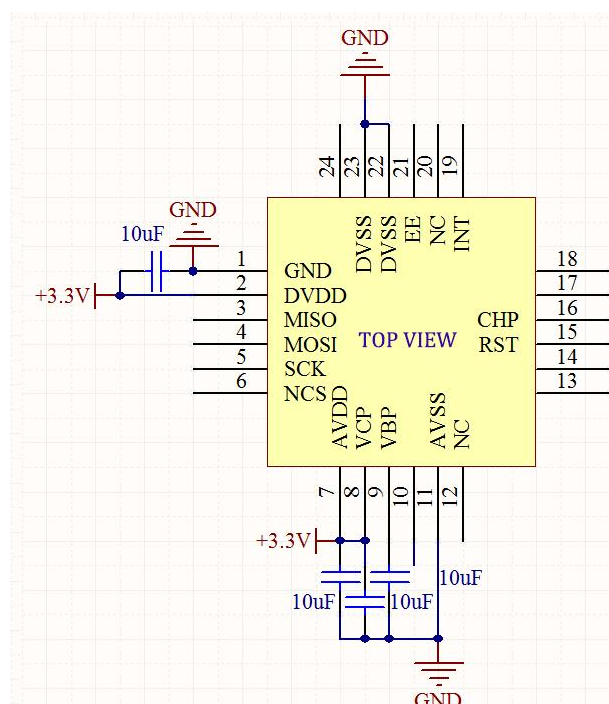


图3. 引脚定义图

物料清单:

Item	Description	Designator	Part	Voltage
1	Capacitor	C1, C2, C3, C4	10uF	10V

8、信号数据包结构

加速度计输出的信号数据包包含64bit数据D[63:0]，具体定义如下。

表4 数据包格式

Name	Position	Comments
OUT_ACC	D[63:40]	24bit acceleration signal
OUT_ACC_CHK	D[39:28]	12bit acceleration signal check code
OUT_TMP	D[27:12]	16bit temperature signal
OUT_TMP_CHK	D[11:2]	10bit temperature signal check code
END_CODE	D[1:0]	2bit separating code, always 2' b11

8.1 OUT_ACC



OUT_ACC是 24bit 角速率信号的补码输出。最高位是符号位。加速度传感器的数值和实际角速度的对应关系可按照如下公式：

$$\text{加速度 (g)} = 24\text{位数字量} / \text{标度因数}$$

8.2 OUT_ACC_CHK

OUT_ACC_CHK是24bit加速度信号的校验码，共12bit，采用水平垂直奇偶校验算法，校验码计算公式如下：

将24bit加速度信号记为A[23:0]，12bit加速度信号校验码记为CHKA[11:0]，则

$$\text{CHKA}[11] = \text{A}[23] \oplus \text{A}[19] \oplus \text{A}[15] \oplus \text{A}[11] \oplus \text{A}[7] \oplus \text{A}[3];$$

$$\text{CHKA}[10] = \text{A}[22] \oplus \text{A}[18] \oplus \text{A}[14] \oplus \text{A}[10] \oplus \text{A}[6] \oplus \text{A}[2];$$

$$\text{CHKA}[9] = \text{A}[21] \oplus \text{A}[17] \oplus \text{A}[13] \oplus \text{A}[9] \oplus \text{A}[5] \oplus \text{A}[1];$$

$$\text{CHKA}[8] = \text{A}[20] \oplus \text{A}[16] \oplus \text{A}[12] \oplus \text{A}[8] \oplus \text{A}[4] \oplus \text{A}[0];$$

$$\text{CHKA}[7] = \text{A}[23] \oplus \text{A}[22] \oplus \text{A}[21] \oplus \text{A}[20];$$

$$\text{CHKA}[6] = \text{A}[19] \oplus \text{A}[18] \oplus \text{A}[17] \oplus \text{A}[16];$$

$$\text{CHKA}[5] = \text{A}[15] \oplus \text{A}[14] \oplus \text{A}[13] \oplus \text{A}[12];$$

$$\text{CHKA}[4] = \text{A}[11] \oplus \text{A}[10] \oplus \text{A}[9] \oplus \text{A}[8];$$

$$\text{CHKA}[3] = \text{A}[7] \oplus \text{A}[6] \oplus \text{A}[5] \oplus \text{A}[4];$$

$$\text{CHKA}[2] = \text{A}[3] \oplus \text{A}[2] \oplus \text{A}[1] \oplus \text{A}[0];$$

$$\text{CHKA}[1] = \text{CHKA}[11] \oplus \text{CHKA}[10] \oplus \text{CHKA}[9] \oplus \text{CHKA}[8];$$

$$\text{CHKA}[0] = \text{CHKA}[7] \oplus \text{CHKA}[6] \oplus \text{CHKA}[5] \oplus \text{CHKA}[4] \oplus \text{CHKA}[3] \oplus \text{CHKA}[2];$$

8.3 OUT_TMP

OUT_TMP是 16bit 温度信号的补码输出。最高位是符号位。温度传感器数值和实际温度的对应关系可大致按照如下公式：

$$\text{实际温度 (}^{\circ}\text{C)} = 16 \text{ 位数字量} \times 0.00357 + 25$$

需要注意的是，输出信号通常作为补偿参数来使用，因此只要求相对精度。每只器件对于温度传感器的输出没有进行精确的摄氏温度值矫正，因此输出数据不尽相同。按照公式得出的实际摄氏温度只能作为参考值，无法用于测量芯片所在环境的温度。



8.4 OUT_TMP_CHK

OUT_TMP_CHK是16bit温度信号的校验码，共10bit，采用水平垂直奇偶校验算法，校验码计算公式如下：

将16bit温度信号记为T[15:0]，10bit温度信号校验码记为CHKT[9:0]，则

$$\text{CHKT}[9] = \text{T}[15] \oplus \text{T}[11] \oplus \text{T}[7] \oplus \text{T}[3];$$

$$\text{CHKT}[8] = \text{T}[14] \oplus \text{T}[10] \oplus \text{T}[6] \oplus \text{T}[2];$$

$$\text{CHKT}[7] = \text{T}[13] \oplus \text{T}[9] \oplus \text{T}[5] \oplus \text{T}[1];$$

$$\text{CHKT}[6] = \text{T}[12] \oplus \text{T}[8] \oplus \text{T}[4] \oplus \text{T}[0];$$

$$\text{CHKT}[5] = \text{T}[15] \oplus \text{T}[14] \oplus \text{T}[13] \oplus \text{T}[12];$$

$$\text{CHKT}[4] = \text{T}[11] \oplus \text{T}[10] \oplus \text{T}[9] \oplus \text{T}[8];$$

$$\text{CHKT}[3] = \text{T}[7] \oplus \text{T}[6] \oplus \text{T}[5] \oplus \text{T}[4];$$

$$\text{CHKT}[2] = \text{T}[3] \oplus \text{T}[2] \oplus \text{T}[1] \oplus \text{T}[0];$$

$$\text{CHKT}[1] = \text{CHKT}[9] \oplus \text{CHKT}[8] \oplus \text{CHKT}[7] \oplus \text{CHKT}[6];$$

$$\text{CHKT}[0] = \text{CHKT}[5] \oplus \text{CHKT}[4] \oplus \text{CHKT}[3] \oplus \text{CHKT}[2];$$

9、通信接口——SPI协议

本产品的SPI协议采用上升沿采样，下降沿读出的工作模式，读取64bit信号数据包指令为8bit 16进制数据B1，波形样例如下图所示。

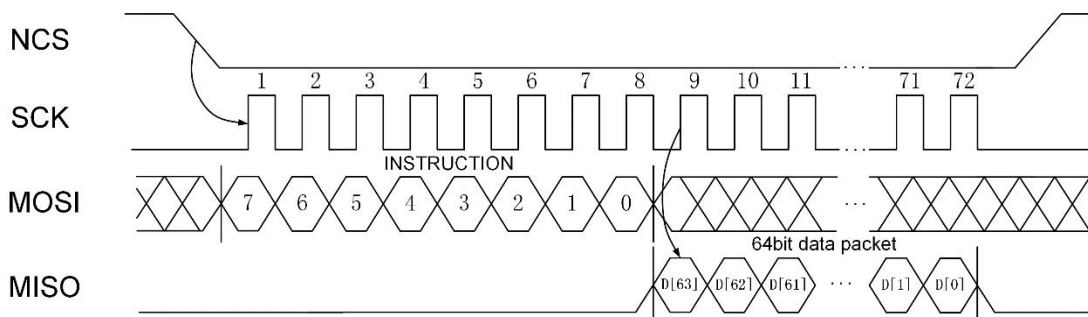


图4 Complete SPI Data Transfer

10、例程

```
void Init_spi(uint8_t mode)
{
    spi_parameter_struct spi_init_struct;
    spi_struct_para_init(&spi_init_struct);
```



```

rcu_periph_clock_enable(RCU_SPI0);
rcu_periph_clock_enable(RCU_GPIOA);

gpio_init(GPIOA, GPIO_MODE_AF_PP, GPIO_OSPEED_50MHZ, SPI0_CLK | SPI0_M0);

gpio_init(GPIOA, GPIO_MODE_IPU, GPIO_OSPEED_50MHZ, SPI0_M1);

spi_i2s_deinit(SPI0);
spi_init_struct.trans_mode          = SPI_TRANSMODE_FULLDUPLEX;
spi_init_struct.device_mode         = SPI_MASTER;
spi_init_struct.frame_size          = SPI_FRAMESIZE_8BIT;

spi_init_struct.clock_polarity_phase = SPI_CLK_PL_LOW_PH_1EDGE;
spi_init_struct.nss                 = SPI_NSS_SOFT;
spi_init_struct.prescale             = SPI_PSC_32;
spi_init_struct.endian               = SPI_ENDIAN_MSB;
spi_init(SPI0, &spi_init_struct);

spi_enable(SPI0);

}

void acc_temp_MicroUnitread(uint32_t Acc_port, uint32_t Acc_axis, uint8_t *pAcc, uint32_t SPI_port)
{
    int i=0;
    uint8_t sensorByte[8];

    gpio_bit_reset(Acc_port, Acc_axis);
    SPI_WriteByte(SPI_port, 0xB1);
    for(i=0; i<8; i++)
    {
        sensorByte[i]=SPI_ReadByte(SPI_port);
    }
    gpio_bit_set(Acc_port, Acc_axis);

    for(i=4; i<6; i++){ //4 5
        sensorByte[i] = ((sensorByte[i] & 0x0F) <<4) + ((sensorByte[i+1] & 0xF0)>>4);
    }
    pAcc[0] = sensorByte[5];
    pAcc[1] = sensorByte[4];
    pAcc[2] = sensorByte[2];
    pAcc[3] = sensorByte[1];
    pAcc[4] = sensorByte[0];
}

```

11、外形尺寸特征



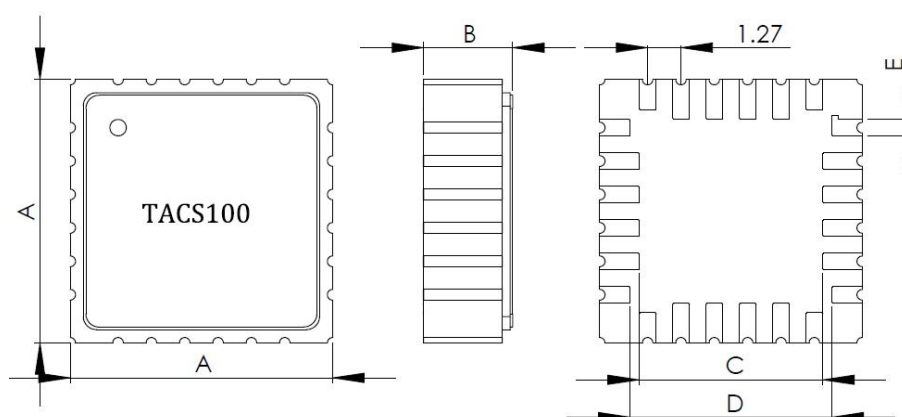


图5 外形尺寸

封装参数如下表所示：

表5 封装参数

参数	说明	最小	典型	单位
重量			1	grams
尺寸	A	9.8	10	mm
	B	3.3		mm
	C	6.8	7	mm
	D	7.5	7.7	mm
	E	0.54	0.64	mm
封装	陶瓷LCC-24			

12、参考建议

12.1 PCB设计建议：

- (1) 所有去耦电容要靠近管脚。
- (2) 应尽量多铺铜，最好有完整地平面，多打一些连接地的过孔。
- (3) 远离发热量较大的元器件。
- (4) 要避开应力敏感区。比如螺丝固定区域，避免因受到外力导致PCB发生变形。
- (5) PCB越小，固有应力越小。
- (6) 尽量避免陀螺封装下走线。

12.2 焊接建议：



TACS100是一款高性能的加速度计，为了使其能够达到最佳工作性能，务必使用回流焊，以减小因为不良焊接导致的应力问题。如器件遇到以下问题（1）器件零位过大（2）常温/全温稳定性偏离指标（3）测试过程中零位突跳，请优先排除焊接影响。

推荐使用Sn63/Pb37有铅锡膏进行焊接。回流曲线设置如下：

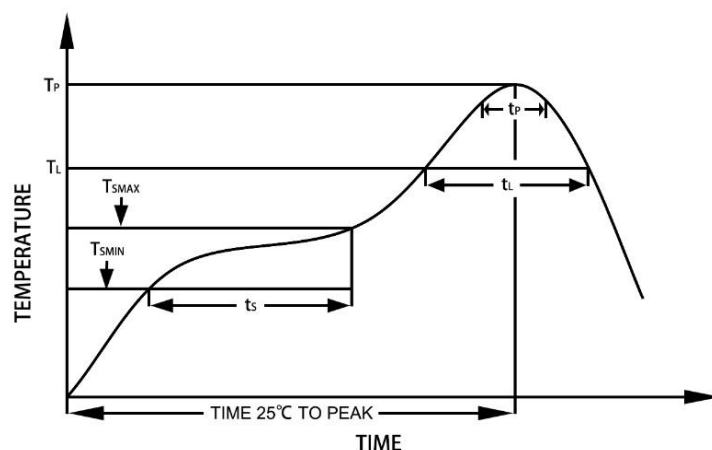


图6 回流曲线

表6 建议回流温度参数

特征	条件	
	Sn63/Pb37	Pb-Free
平均最大升温速率 $T_L \sim T_P$	最大 3°C/s	最大 3°C/s
预热:		
最小温度值 T_{SMIN}	100°C	150°C
最大温度值 T_{SMAX}	150°C	200°C
时间 (t_s)	$60\text{s} \sim 120\text{s}$	$60\text{s} \sim 180\text{s}$

保温:		
温度(T_L)	183° C	217° C
时间(t_L)	60s~150s	60s~150s
峰值温度 (T_p)	240+0/-5° C	260+0/-5° C
实际峰值时间 $T_p-5^{\circ}\text{C}$ (t_p)	10s~30s	20s~40s
最大降温速率	最大6° C/s	最大6° C/s
25℃ 到峰值温度的时间	最大6 min	最大8 min

12.3 ESD防护

	带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量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丧失。
---	---

作业人员：人是静电的最大来源。人员的走动、作业都会产生静电，在与微电子器件接触或靠近时都可能产生静电放电。减少人员的因素，必须穿着防静电衣物、手套与防静电鞋，佩戴防静电手环/脚环并可靠接地。

自动化设备：生产车间的自动化设备可以产生大量的静电，特别是微电子器件的加工中，静电导致大量微电子器件失效。所以设备、仪器、作业台、凳子、货架等都需要做可靠接地。

材料：操作环境中使用抗静电/导静电材料做成工作台面、包装箱、包装袋等。

环境：静电的产生与环境湿度成正比，即湿度越大静电的产生越少。但高湿度的环境容易造成生锈、腐蚀，综合考虑，建议电子生产车间湿度保持在30%—70%RH。