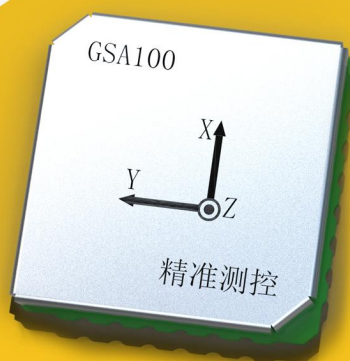




精准测控
JINGZHUNCEKONG

微姿态测量系统

GSA100



西安精准测控有限责任公司

电话: 029-88814881/82/83

传真: 029-88814881

网址: www.siliconmems.com

地址: 西安市科技二路清华科技园A座

微姿态测量系统 GSA100

产品特性：

- ※ 12.1 x 12.1 mm 模块上全性能 AHRS
- ※ 翻转/俯仰精确度 (动态) 1.0 度
- ※ 航向精确度 2.0 度
- ※ 对主处理器要求极低
- ※ 产品全生命周期统一接口
- ※ 低功率 (3.0V 时为 45 mW)
- ※ 兼容 PLCC28 PCB (12.1 x 12.1 x 2.6 mm)

应用：

- ※ 小型飞行器
- ※ 重工业/农业
- ※ 机器人, 行人航位推算
- ※ 工业级 VR/AR, HMD 和手持设备

说明：

GSA100是输出 3D 姿态, 3D 角速度, 3D 加速度, 3D 磁场的模块, 视产品配置而定。该模块可用作惯性测量装置 (IMU)、垂直参考装置 (VRU) 和姿势与航向参考系统 (AHRS)。该全功能自含式模块可以通过添加有限的硬件组件进行简易设计。文档齐全的行业标准通信协议考虑到数据、频率、输出格式方面的数据消息的自定义。信号完全在板上进行处理, 只占用主机很少的资源, 非常适合简单 MCU 操作环境的应用。主机可以读出 SPI, I2C 或 UART 的数

据。在动态条件下, 翻转俯仰准确度达到 1 度 RMS, 偏转精确度达到 2 度 RMS, 输出对于任何物体和导航如无人机的控制和稳定性非常稳定。

性能指标:

表 1 系统性能指标

性能指标		参数 (典型值)	备注
俯仰/横滚	静态	0.75deg (RMS)	
	动态	1.0deg (RMS)	
航向	静态/动态磁场基准	2.0deg (RMS)	适合均匀磁场
陀螺仪	量程	$\pm 2000^\circ/\text{s}$	
	非线性	0.1% of FS	
	灵敏度变化	0.05%	过温范围
	噪音强度	$0.01^\circ/\text{s}/\sqrt{\text{Hz}}$	
	g-敏感度	0.001 度/秒/g	
	运行偏差稳定性	10 度/小时	
	偏差重复性 (1 年)	0.5 度/秒	
	带宽	180 Hz	
	自然频率	26kHz	
加速度计	全量程	$\pm 16\text{g}$	
	非线性	0.5 % of FS	
	灵敏度变化	0.05%	过温范围
	噪音强度	$200 \mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$	
	0 g-输出	$\pm 2 \text{mg}$	
	运行偏差稳定性	0.1 mg	
	带宽	180Hz	
磁力计	全量程	± 0.8 高斯	

	非线性	0.1% of FS	
	噪音强度	200 $\mu\text{G}/\sqrt{\text{Hz}}$	

坐标系：

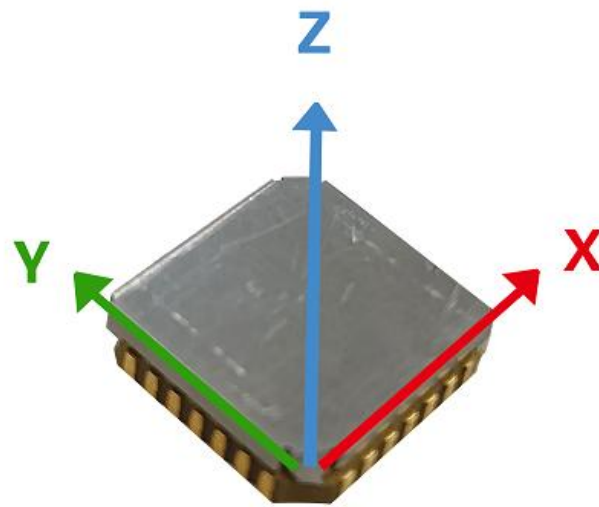


图 1 GSA100模块的默认传感器固定坐标系

用户通讯协议：

一、数据格式

波特率 115200bps, 230400bps 和 460800bps 可选。数据位 8 位, 停止位 1 位, 无校验位。高字节在前, 低字节在后。数据更新频率 $f=100\text{Hz}$ 。

上电默认波特率 230400bps, 帧格式 3。

1. 帧格式 1——解算数据（姿态/速度/位置）

字节数	Name	字节	缩放	范围	Unit	Description
1~2	帧头	U,2				0xAA 55
3	序号	帧格式序号, 固定值 1=0x01				

4	帧长	总字符串长度, 固定值 40=0x28				
5~8	Att 姿态	S,2*2	1e-2	±327.68	°	Ptich ±90° Roll ±180°
9~10		U,1*2		655.36		Yaw 0~360°
11~19	Vn 速度	S,3*3	1e-4	±838.8608	m/s	Vel_E/N/U
20~30	Pos 位置	S,2*4	1e-7	±214.7483648	°	经度 Lon/纬度 Lat
		S,1*3	1e-2	±83886.08	m	海拔
31	flag	U,1				Bit1--磁有效标志 1--有效 Bit2--气压有效标志 1--有效 Bit3--GPS_exist 是否有 GPS 信息 0--无 GPS 信息 1--有 GPS 信息 Bit4--GPS 信息有效标志 1--有效 Bit5~8 补零
32	GPS_status	U,1				Bit1~4--GPS 定位卫星个数 Bit5--GPS 定位标志 1 有效 Bit6~8--GPS 定位类型 GPS_fixtype 0x00 = No Fix 0x01 = Dead Reckoning only 0x02 = 2D-Fix 0x03 = 3D-Fix 0x04 = GNSS + dead reckoning combined
33~34	GPS_PDop	U,2	1e-2			
35	场景与模式	U,1				Bit1~4--工作模式 ALIGN = 1 INS = 2 AHRS = 3 VG = 4 Bit5~8--工作场景 1=车载 2=室内 3=船载 4=固定翼 5=旋翼
36	保留					补零
37~38	温度	S,2	1e-2	±327.68	°C	
39	计数	U,1				
40	校验	U,1				校验位前的所有字符累加和

2. 帧格式 2——传感器数据、解算数据（姿态/速度/位置）

字节数	Name	字节	缩放	范围	Unit	Description
1~2	帧头	U,2				0xAA 55
3	序号	帧格式序号, 固定值 2=0x02				

字节数	Name	字节	缩放	范围	Unit	Description
4	帧长	总字符串长度, 固定值 70=0x46				
5~13	陀螺 Gyro	S,3*3	1e-4	±838.8608	°/s	x/y/z 右前上
14~22	加计 Acc	S,3*3	1e-5	±83.88608	g	x/y/z 右前上
23~28	磁 Magn	S,3*2	1e-2	±327.68	uT	x/y/z 右前上
29~31	Hbar	S,1*3	1e-2	±83886.08	m	气压计
32	flag	U,1				Bit1--磁有效标志 1--有效 Bit2--气压有效标志 1--有效 Bit3--GPS_exist 是否有 GPS 信息 0--无 GPS 信息 1--有 GPS 信息 Bit4--GPS 信息有效标志 1--有效 Bit5~8 补零
33~36	Att 姿态	S,2*2	1e-2	±327.68	°	Ptich ±90° Roll ±180°
37~38		U,1*2		655.36		Yaw 0~360°
39~47	Vn 速度	S,3*3	1e-4	±838.8608	m/s	Vel_E/N/U
48~58	Pos 位置	S,2*4	1e-7	±214.7483648	°	经度 Lon/纬度 Lat
		S,1*3	1e-2	±83886.08	m	海拔
59	GPS_status	U,1				Bit1~4--GPS 定位卫星个数 Bit5--GPS 定位标志 1 有效 Bit6~8--GPS 定位类型 GPS_fixtype 0x00 = No Fix 0x01 = Dead Reckoning only 0x02 = 2D-Fix 0x03 = 3D-Fix 0x04 = GNSS + dead reckoning combined 0x05 = Time only fix
60~61	GPS_PDop	U,2	1e-2			
62	场景与模式	U,1				Bit1~4--工作模式 ALIGN = 1 INS = 2 AHRS = 3 VG = 4 Bit5~8--工作场景 1=车载 2=室内 3=船载 4=固定翼 5=旋翼
63~66	保留					补零
67~68	温度	S,2	1e-2	±327.68	°C	
69	计数	U,1				
70	校验					校验位前的所有字符累加和

3. 帧格式 3——传感器数据、GPS 原始信息、解算数据（姿态/速度/位置）

字节数	Name	字节	缩放	范围	Unit	Description
1~2	帧头	U,2				0xAA 55
3	序号	帧格式序号, 固定值 3=0x03				
4	帧长	总字符串长度, 固定值 100=0x64				
5~13	陀螺 Gyro	S,3*3	1e-4	±838.8608	°/s	x/y/z 右前上
14~22	加计 Acc	S,3*3	1e-5	±83.88608	g	x/y/z 右前上
23~28	磁 Magn	S,3*2	1e-2	±327.68	uT	x/y/z 右前上
29~31	Hbar	S,1*3	1e-2	±83886.08	m	气压计
32	flag	U,1				Bit1--磁有效标志 1--有效 Bit2--气压有效标志 1--有效 Bit3--GPS_exist 是否有 GPS 信息 0--无 GPS 信息 37~65 字节补零 1--有 GPS 信息 Bit4--GPS 信息有效标志 1--有效 Bit5~8 补零
33~40	系统保留字					
41~49	GPS_velE/N/U	S,3*3	1e-4	±838.8608	m/s	GPS 东向/北向/天向速度
50~60	GPS_Lon/Lan	S,2*4	1e-7	±214.7483648	度	GPS 经度 Lon/GPS 纬度 Lan
	GPS_hMSL	S,1*3	1e-2	±83886.08	m	GPS 海拔
61~62	GPS_headMot	S,1*2	1e-2	±327.68	度	GPS 航向
63	GPS_status	U,1				Bit1~4--GPS 定位卫星个数 Bit5--GPS 定位标志 1 有效 Bit6~8--GPS 定位类型 GPS_fixtype 0x00 = No Fix 0x01 = Dead Reckoning only 0x02 = 2D-Fix 0x03 = 3D-Fix 0x04 = GNSS + dead reckoning combined 0x05 = Time only fix
64~65	GPS_PDop	U,2	1e-2			
66~71	INS_Att 姿态	S,2*2	1e-2	±327.68	°	Ptich ±90° Roll ±180°
		U,1*2		655.36		Yaw 0~360°

字节数	Name	字节	缩放	范围	Unit	Description
72~80	Vn 速度	S,3*3	1e-4	±838.8608	m/s	Vel_E/N/U
81~91	Pos 位置	S,2*4	1e-7	±214.7483648	°	经度 Lon/纬度 Lat
		S,1*3	1e-2	±83886.08	m	海拔
92	场景与模式	U,1				Bit1~4--工作模式 ALIGN = 1 INS = 2 AHRS = 3 VG = 4 Bit5~8--工作场景 1=车载 2=室内 3=船载 4=固定翼 5=旋翼
93~96	保留					补零
97~98	温度	S,2	1e-2	±327.68	°C	
99	计数	U,1				
100	校验					校验位前的所有字符累加和

二、参数设置

产品上电默认“连续发数”状态，要设置参数必须先发送“停止输出”命令。注意：

以下命令使用后，用户必须上电重启，自动切换到连续发数的状态。

1. 停止输出

停止输出是把上电默认的“连续发数”状态切换到“参数设置”状态。

发：*PA 空格 GS01 空格 STOP 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 STOP 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 STOP 空格 1 回车 成功

2. 设置工作场景

产品需要根据不同应用场景来切换滤波器参数。工作场景包括车载、室内（摇摆台）、船载、固定翼和旋翼，其中上电默认车载场景。

场景切换是把上电默认的“车载场景”切换到实际场景。

发：*PA 空格 GS01 空格 SCENES 空格 1 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 SCENES 空格 1 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 SCENES 空格 1 空格 1 回车 成功

备注：下划线字符内容 1--车载，2--室内，3--船载，4--固定翼和 5--旋翼可选。

3. 设置波特率

上电默认波特率 230400bps，通过发送命令可以切换波特率。

发：*PA 空格 GS01 空格 BAUD 空格 1 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 BAUD 空格 1 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 BAUD 空格 1 空格 1 回车 成功

备注：下划线字符内容 1--115200bps，2--230400bps，3--460800bps 可选。

4. 设置帧格式

通过发送命令可以切换帧格式，默认帧格式 3。

发：*PA 空格 GS01 空格 FRAME1 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 FRAME1 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 FRAME1 空格 1 回车 成功

备注：下划线字符内容 FRAME1、FRAME2 和 FRAME3 可选。

5. 恢复出厂设置

恢复出厂设置是把工作场景，帧格式，波特率，磁偏角，磁场校准设置为默认值。

发：*PA 空格 GS01 空格 RESET 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 RESET 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 RESET 空格 1 回车 成功

6. 设置磁偏角

默认磁偏角为 0，磁北偏东为正，偏西为负。

发：*PA 空格 GS01 空格 MDEC 空格 + /-XX.XX 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 MDEC 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 MDEC 空格 1 回车 成功

注意：若磁偏角-2.5 度，下划线字符串为-02.50；若磁偏角+1.5 度，下划线字符串为+01.50。

7. 磁场校准

磁传感器工作中不可避免的受周围电磁场干扰的影响，会导致磁传感器测出来的 XYZ 轴磁场强度发生不同程度的偏移形变，而磁场校准就是通过算法学习周围磁场环境来补偿软硬磁干扰。因此我们强烈建议：磁场校准应该在每次安装完成以及磁场环境改变之后实施。

进行磁场校准时，周边的干扰物质在产品旋转过程中和产品的相对位置应该保持不变（即随产品一起转动）。校准时需要操作者身上没有手机，磁卡，钥匙以及能影响电磁场的金属或者通电设备。

注意：在限定的干扰范围内，磁场校准操作才具有补偿作用。磁传感器范围大概是在正

负 1Gauss 之间，这大约是北半球地磁场的两倍。如果磁场干扰值超过正负 0.5Gauss，那么磁力计可能会达到饱和状态，从而阻碍补偿作用。当校准失败时，就表示出现了这个问题。

❖ 2D 校准

注意：当产品不能在 3 维转动时候，可以采用 2D 校准，建议产品实际使用倾斜角小于 5 度。

2D 校准可以通过界面或者串口发命令来完成。

① **开始校准：**用户校准前，发送

发：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 START 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 START 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 START 空格 1 回车 成功

② **停止校准：**开始水平旋转 2 圈以上，结束后发送

发：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 END 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 1 空格 X:x.xx 空格 Y:y.yy 回车 成功

注意：返回校准结果 0.90~1 表示校准结果好，>1.1 或者<0.9 表示校准结果不是很好。

③ **保存校准结果：**用户校准后，根据校准结果决定是否保存。

发：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 SAVE 回车

回：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 SAVE 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 SAVE 空格 1 回车 成功

④ **清除校准结果：**用户校准后，根据校准结果决定是否清除。

发：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 CLEAR 回车

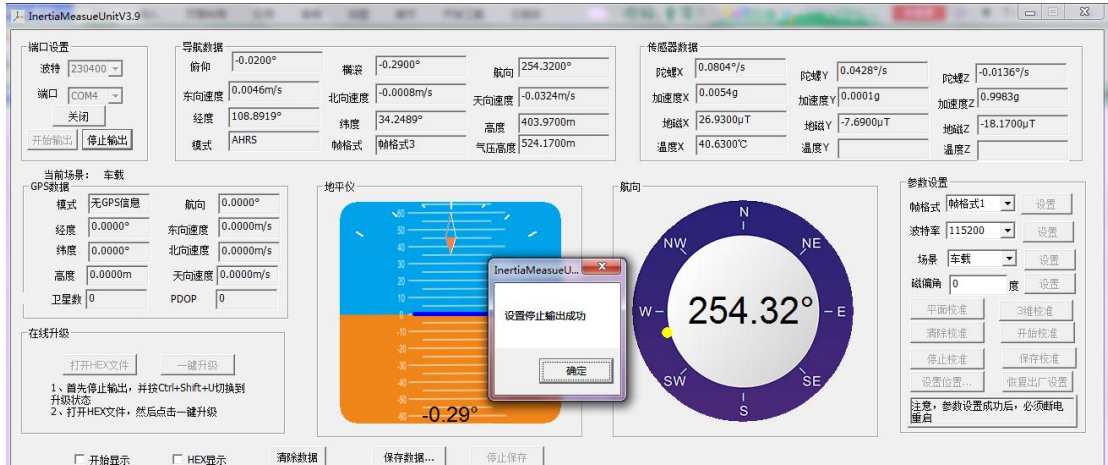
回：*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 CLEAR 空格 0 回车 失败

*PA 空格 GS01 空格 MCAL 空格 CLEAR 空格 1 回车 成功

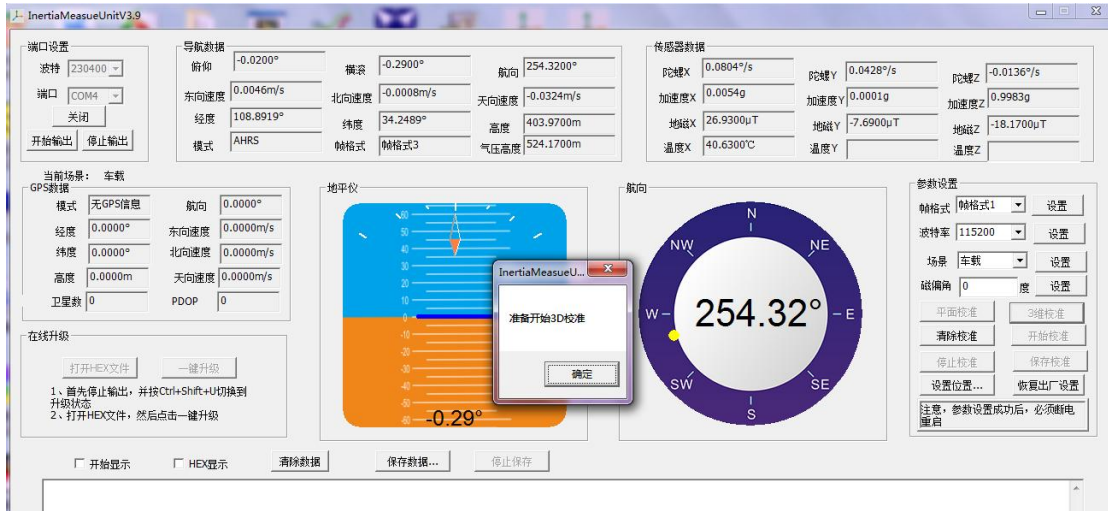
❖ 3D 校准

注意：为了达到更好的校准精度，建议通过界面来进行 3D 校准。

① 停止输出

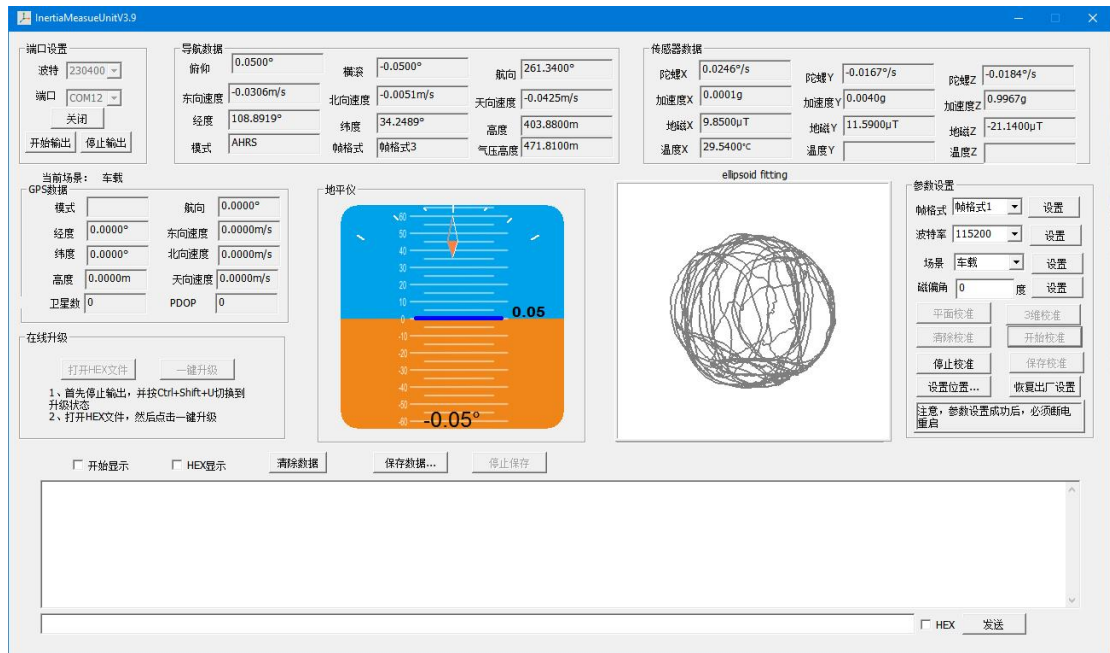


② 点击三维校准



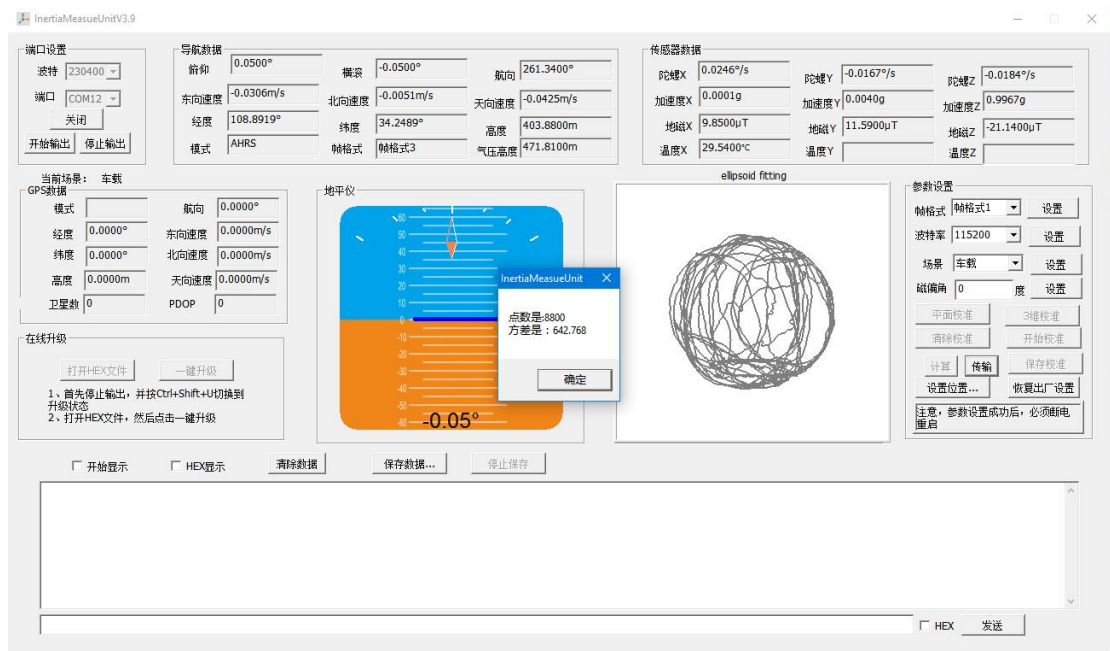
③ 点击清除校准

④ 开始校准，并椭球拟合

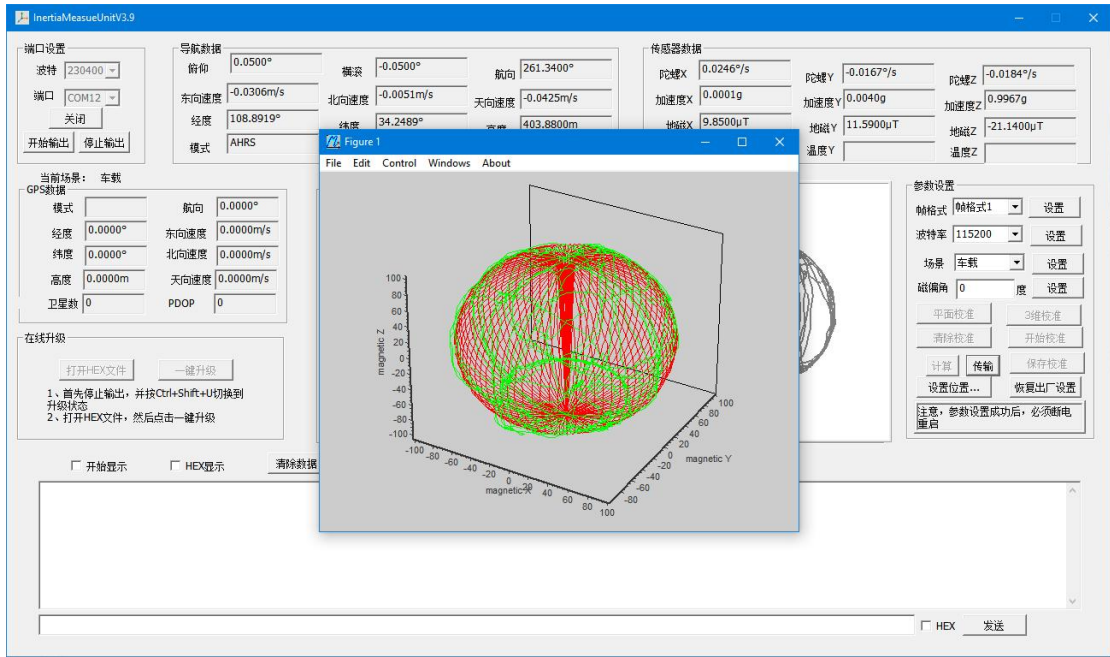


⑤ 点击停止校准成功后，出现计算按钮，点击计算，弹出“准备开始传输数据”对话框。

⑥ 点击传输保存数据



点击确定，弹出椭球图。



校准点数越多，方差越小，也就是采集点更多的附着在椭球上，校准结果越好。

原理框图：

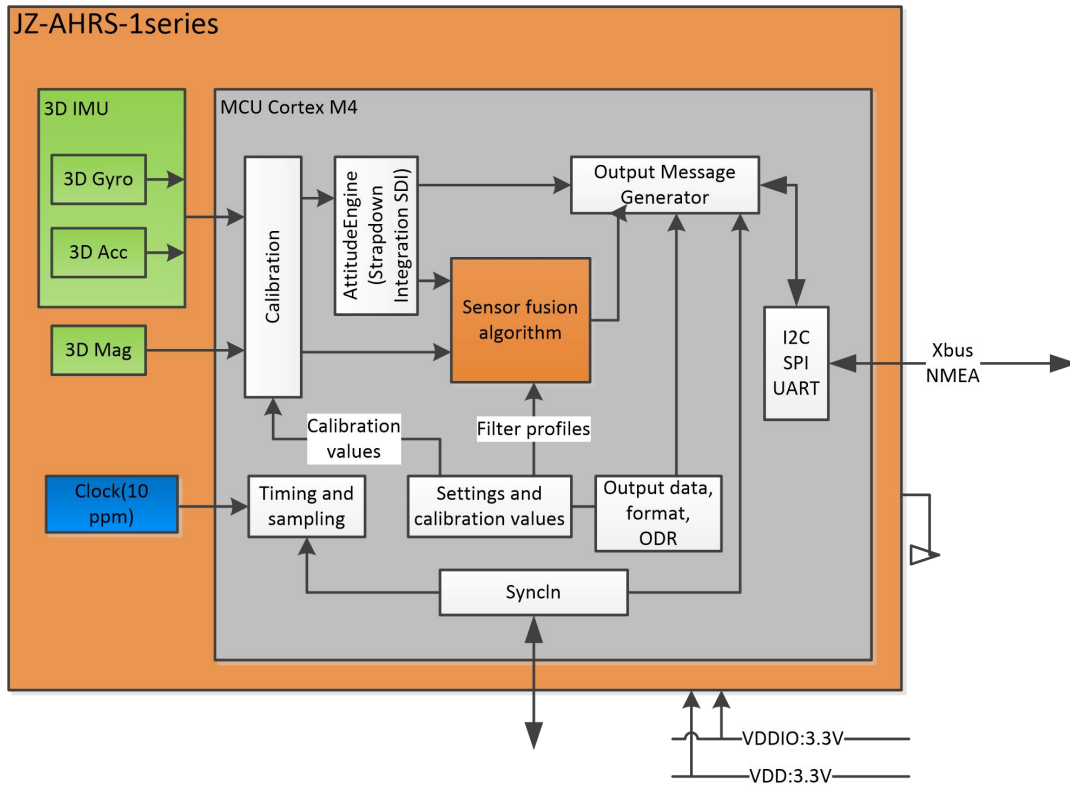


图 2 GSA100模块方框图

引脚图：

引脚图视外设选择而异。

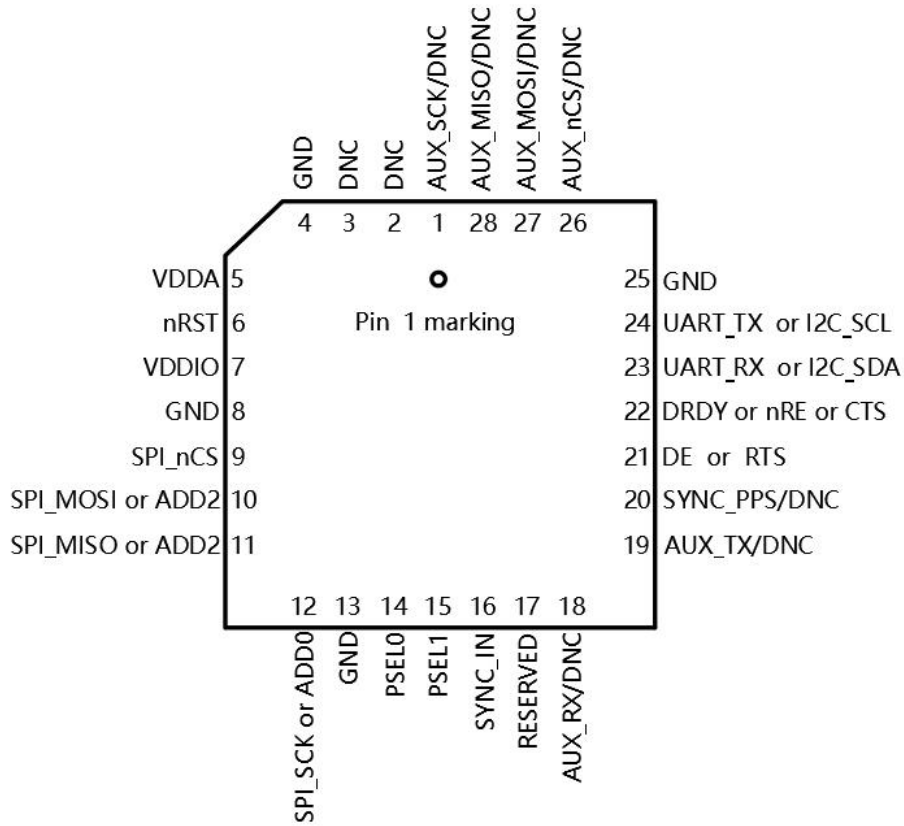


图 3 GSA100模块引脚图

引脚描述

表 2 GSA100的引脚描述

Name	Type	Description
Power Interface		
VDDA	Power	Analog power supply voltage for sensing elements
VDDIO	Power	Digital supply voltage. Also used as I/O reference
Controls		
PSEL0	Selection pins	These pins determine the signal interface. See Table 11. Note that when the PSEL0/PSEL1 is not connected, its value is 1. When PSEL0/PSEL1 is connected to GND, its value is 0.
PSEL1		
nRST		Active low reset pin. Only drive with an open drain output or momentary (tactile) switch to GND. During normal operation this pin must be left floating, because this line is also used for internal resets. This pin has an internal weak pull-up to VDDIO.
ADD2	Selection pins	I2C address selection lines. See Table 13 for list of I2C addresses
ADD1		
ADD0		

Signal Interface		
I2C_SDA	I2C interface	I2C serial data input/output
I2C_SCL		I2C serial clock input
SPI_nCS	SPI interface	SPI chip select input (active low)
SPI_MOSI		SPI serial data input (slave)
SPI_MISO		SPI serial data output (slave)
SPI_SCK		SPI serial clock input
RTS	UART interface	Hardware flow control output in UART full duplex mode (Ready-to-Send)
CTS		Hardware flow control input in UART full duplex mode (Clear-to-Send). If flow control is not used connect to GND
nRE		Receiver control signal output in UART half duplex mode
DE		Transmitter control signal output in UART half duplex mode
UART_RX		Receiver data input
UART_TX		Transmitter data output
SYNC_IN	Sync interface	Accepts a trigger input to request the latest available data message
DRDY	Data ready	Data ready output indicates that data is available (SPI / I2C)
Auxiliary interface (MTi-7 only)		
AUX_RX	Auxiliary GNSS interface	Receiver data input from GNSS module
AUX_TX		Transmitter data output to GNSS module
SYNC_PPS		Pulse per second input from GNSS module
AUX_nCS	Auxiliary SPI interface	SPI chip select output
AUX_MOSI		SPI serial data output (master)
AUX_MISO		SPI serial data input (master)
AUX_SCK		SPI serial clock output

外设接口选择

GSA100的设计可使其能在嵌入式系统中作为外围装置来使用。该模块支持通用异步收发器 (UART)、内置集成电路总线 (I2C) 与串行外设接口 (SPI) 协议。I2C 与 SPI 协议非常适合集成总线与板载外围设备之间的通信。GSA100-系列系列模块有四个外设接口模式。一次只能使用一种模式。具体是哪种模式由外设选择引脚 PSEL0 与 PSEL1 在启动时所处的状态而决定。表 1 详述了 PSEL 线路是如何选择外设接口的。注意该模块具有内部上拉功能。值为 1 时不连接 PSEL; 值为 0 时连接 PSEL 至 GND。

表 3 外设接口选择

Interface	PSEL1	PSEL0
I2C	1	1
SPI	1	0
UART half-duplex	0	1
UART full-duplex	0	0

系统与电气规格:

表 4 通信接口

接口		最小值	典型值	最大值	单位
I2C	处理器 I2C 接口速度			400	kHz
SPI	主处理器 SPI 接口速度			2	MHz
	时钟工作周期	30	50	70	%
UART	波特率		921.6	4000	kbps

表 5 辅助接口

接口		最小值	最大值	单位	备注
SYNC_IN	V _{IL}		0.3*VDDIO	V	数字输入电压
	V _{IH}	0.45*VDDIO+0.3		V	数字输入电压
	V _{HYS}	0.45*VDDIO+0.3		V	
nRST	V _{IL}		0.3*VDDIO	V	仅短暂驱动
	R _{PU}	30	50	kΩ	负载电阻器
	所生成的复位脉冲的持续时间	20		μs	

系统规格

表 6 系统规格

接口		最小值	典型值	最大值		备注
尺寸	宽度/长度	12.0	12.1	12.2	mm	PLCC-28 兼容
	高度	2.45	2.55	2.65	mm	
重量					克	
温度	工作温度	-40		+85	°C	环境温度, 无冷凝
	规定的性能运行温度	0		+60	°C	
耗能			44		mW	VDD 3.0V; VDDIO 1.8V
时序精确度			10		ppm	
MTBF		225000			小时	

电气规格

表 7 电气规格

	最小值	典型值	最大值	单位	备注
VDD	2.16		3.45	V	
VDD 噪音			50	mVpp	
VDDIO	1.8		VDD	V	
V _{IL}			0.3 * VDDIO	V	数字输入电压
V _{IH}	0.45 * VDDIO + 0.3			V	数字输入电压
V _{HYS}	0.45 * VDDIO + 0.3			V	数字输入电压
V _{OL}			0.4	V	数字输入电压
V _{OH}	VDDIO-0.4			V	数字输入电压

绝对最大额定值

表 8 绝对最大额定值

	最小值	最大值	单位	备注
存储温度	-40	+125	°C	
工作温度	-40	+85	°C	
VDD	0.3	4.0	V	
VDDIO	0.3	VDD + 0.5	V	
SYNC_IN		5	V	
加速度		10,000	g	任意轴, 无功率, 持续 0.2 ms。
ESD 保护		±2000	V	人体模型

封装与处理:

注意它为机械振动 (g) 敏感装置。需小心持握以免损坏零件。

注意它为静电放电敏感装置。需小心持握以免损坏零件。

确保不要用力压 GSA100模块的元件, 尤其是在将 GSA100模块放置在 IC 插座中时。

封装图纸

GSA100模块与 JEDEC PLCC28 集成电路插孔兼容。

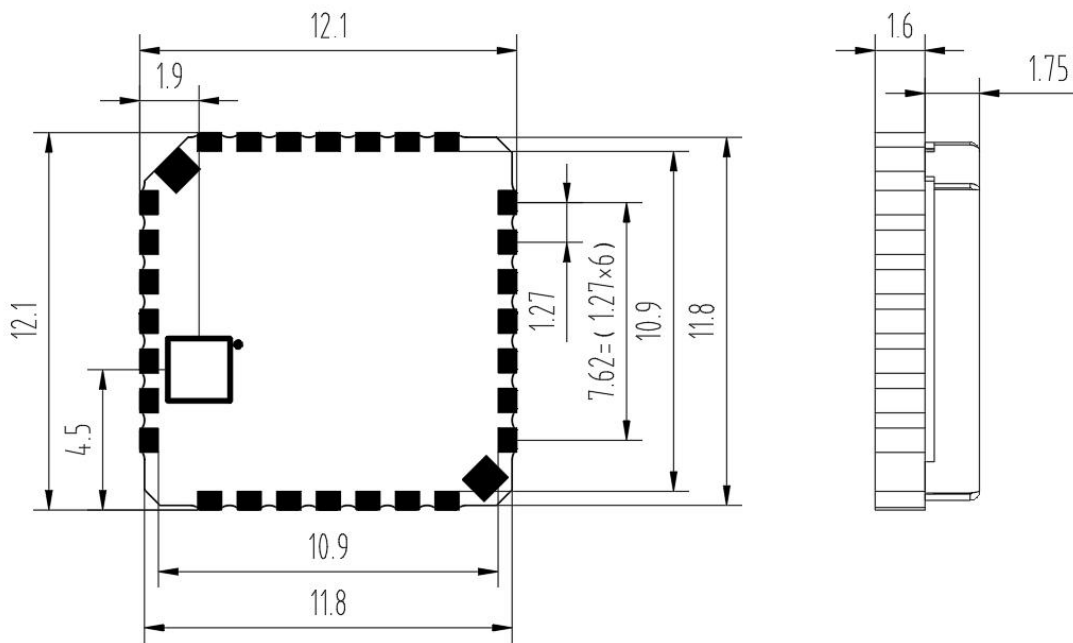


图 4 一般公差为 ± 0.1 mm

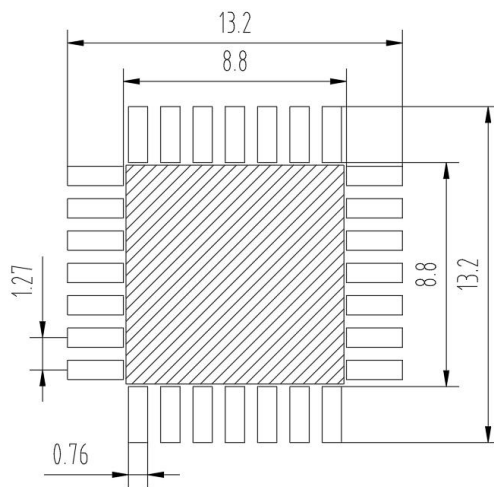


图 5 推荐 GSA100模块覆盖（不要放置暴露的铜皮在阴影区域）

安装考虑：

模块包含微机电系统（MEMS）芯片，所以它对 PCB 所受应力极为敏感。为减少应力，PCB 与外壳应遵循以下设计规则：用螺丝或其他方式将其固定在外壳中，在固定位置集中用力，避免 PCB 受力。PCB 最好能利用机械减震器安装。

- 避免 GSA100模块附近的按钮、连接器等对 PCB 施加的力量。

•避免 GSA100模块靠近热源。•避

免扬声器、蜂鸣器等产生振动。

西安精准测控有限责任公司

电话：029-88814881/82/83 传真：029-88814881

网址：www.siliconmems.com

地址：西安市科技二路清华科技园A座