

# 基础型组合导航

## PA-GS01



Tel:029-88814882/8837894/892 [www.siliconmems.com](http://www.siliconmems.com) 测量载体的姿态 / 位置 / 速度

## 产品简介:

PA-GS01 是一款基于 MEMS 技术,基于惯性平台,融合了卫星导航技术的高性价比组合导航系统。该系统选用高精度的 MEMS 惯性器件,结合 GPS/BD 单频双模卫星导航系统。内置磁航向测试系统,同时搭载了高度测量方案。可实现组合导航、AHRS、垂直陀螺等多种工作模式的灵活切换。可以满足多种组合导航应用需求,特别适用于无人机、车载导航、水面航行器等各类运动物体的导航及控制。

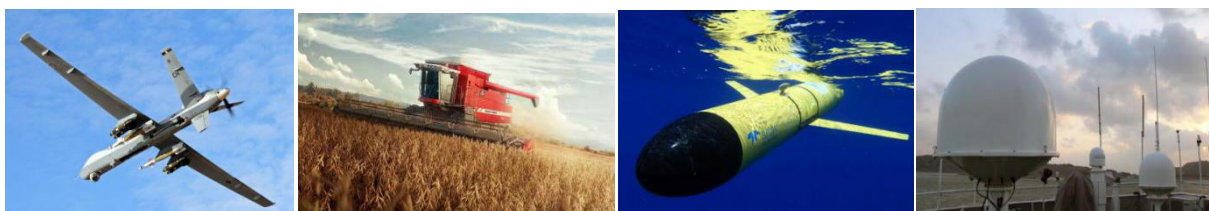
本产品搭载了自主知识产权的全新组合导航融合算法,可实现高灵敏度跟踪、开阔空间的准确定位,同时也可满足城市、深林、峡谷等地形的导航应用。该系统经过精心设计,将具备卓越组合导航性能的系统尺寸缩小至空前紧凑,并实现了质量的最小化。

## 产品特点:

- ※ 高精度 MEMS 惯导
- ※ GPS/BD 双模
- ※ 组合导航、AHRS、垂直陀螺等多工作模式
- ※ 支持动态快速对准
- ※ 高带宽、100Hz 数据更新率
- ※ 丰富的对外接口: RS232/RS422/RS485/TTL/CAN
- ※ 支持多种外接传感器组合(里程计/DVL)
- ※ 体积小、重量轻
- ※ 坚固可靠
- ※ IP65 防护

## 应用领域:

空基领域	无人飞行器	航拍摄影	农业植保	光电测探稳定
陆基领域	车载导航	车载卫星通讯	森林、国土监测	高速铁路轨检
海基领域	水文测量	航道检测	船载定位通讯	无人水面航行器



## 安装方法:

### 一、坐标系定义

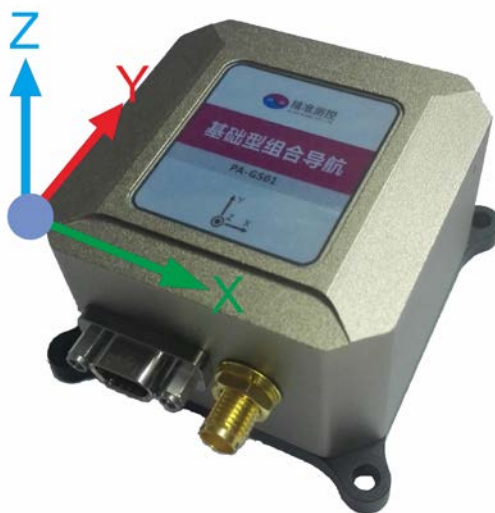


图 1. 传感器的坐标系

### 二、安装位置

- ❖ 使用产品来测量载体的三维运动情况，安装位置需靠近载体“中心”，在载体静止时安装表面应该与地面平行，同时确保外壳上的“Y 箭头方向”与“载体笔直向前移动时方向”保持一致。安装完成之后，最好在使用过程中不对安装进行改动。

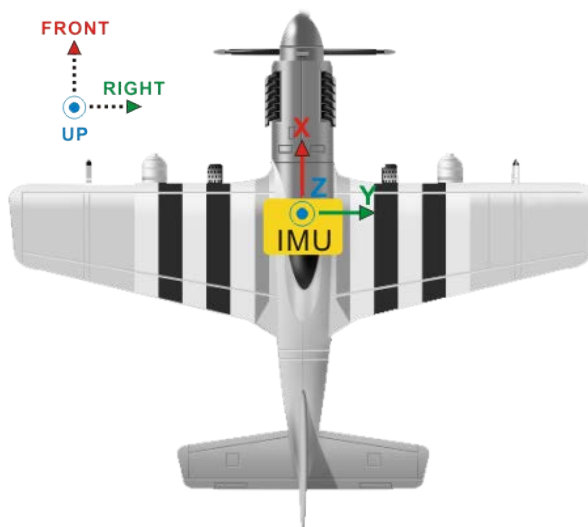


图 2. 组合导航在空基载体上的安装示意图

- ❖ 产品中包含三轴磁传感器，用来测量周围磁场强度，在物体静止且没有搜到 GPS 卫星时提供航向信息。如果用户在此种环境下需要航向信息，那么应尽量使产品充分暴露于地球磁场，同时与干扰磁场相对隔绝。最好的方法是将产品安装在任何一个钢铁容器的外面(例如车辆)，并且尽可能远离磁场的影响，同时进行磁场校准操作来补偿周围磁场干扰。

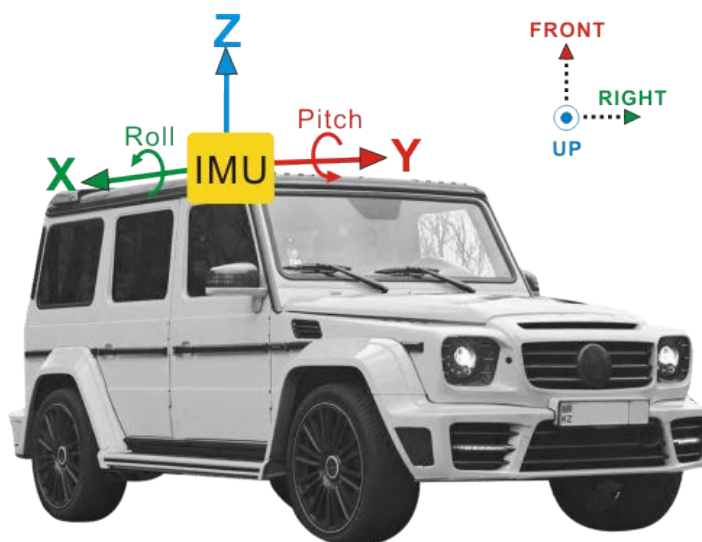


图 3. 组合导航在路基载体上的安装示意图

- ❖ 安装时，组合导航与天线的固定方式如下图所示，天线需安装在导航的垂直正上方或沿运动方向固定在导航的水平正前方。

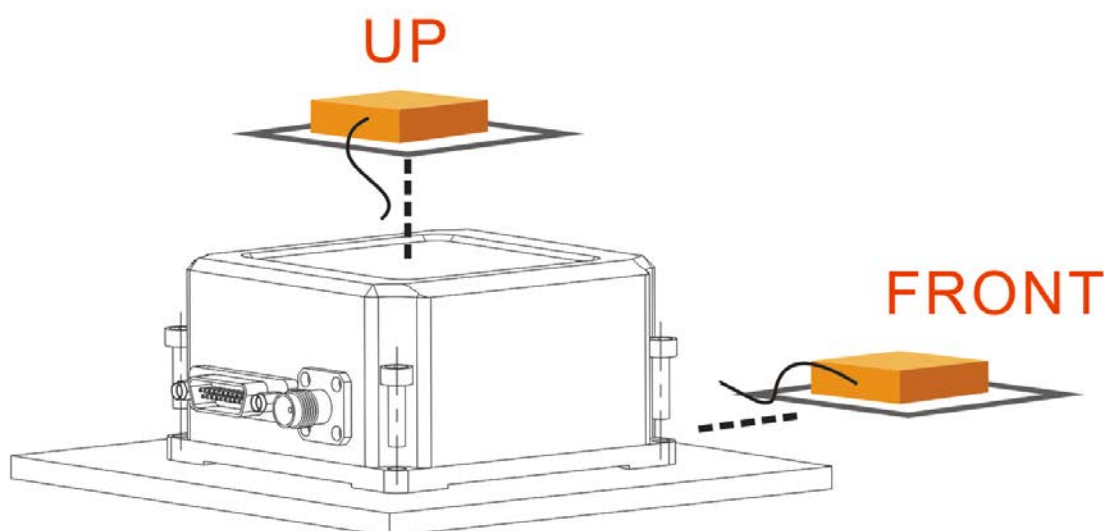


图 4. 组合导航与天线安装示意图

**特别注意：**

**1.为了达到更好的性能，建议用户先预热十五分钟后断电，重新上电静止两分钟后使用，其中重新上电时需要保证载体不振动。**

**2. 产品每次安装完成以及磁场环境改变之后，用户进行磁场校准。**

**性能指标：**

性能指标		单位	参数 (典型值)
激活时间		min	≤1
姿态	航向 ( L1/B1 单点 )	deg ( RMS )	0.15
	航向 ( 磁 )	deg ( RMS )	0.5
	姿态精度	deg ( RMS )	<0.1
位置	定位精度	m ( RMS )	1.5
速度	速度精度	m / s ( RMS )	<0.15
陀螺仪	量程	°/s	±300 ( 可选 800 )
	非线性	%	0.05
	零偏稳定性	°/h	≤4.5 ( 阿伦方差 )
	分辨率	°/s	0.03
	带内噪声(RMS)	°/s	0.3
加速度计	量程	g	±5 ( 可选 2、10、30 )
	零偏	mg	≤5
	零偏稳定性	mg	≤1
	零偏重复性	mg	≤1
	非线性 ( 满量程 )	%	0.05
	带内噪声(RMS)	ug	400
磁传感器	量程	Gauss	6
	分辨率	uGauss	120
	带内噪声(RMS)	uGauss	50

高度计	量程	mbar	1100
	分辨率	mbar	0.1
	绝对测量精度	mbar	1.5
可靠性 (预期)		Kh MTBF	10
电气接口			
接口特性	电源	V	9~36 DC,
	功耗	W @12V DC	≤3
	电气接口	可选	RS232/RS422/TTL/CAN
	数据更新率 (IMU)	Hz@115,200 baud rate	100 ~ 400
	数据更新率 (姿态)		100 ~ 200
使用环境	工作温度	°C	-40~+70
	存储温度	°C	-55~+85
	振动	g @ 20~2000 Hz	6
	冲击	g , 11 ms, 1/2 Sine	30
物理特性	尺寸	mm	65 × 65× 36
	重量	g	≤500 (含天线)

### 产品架构:

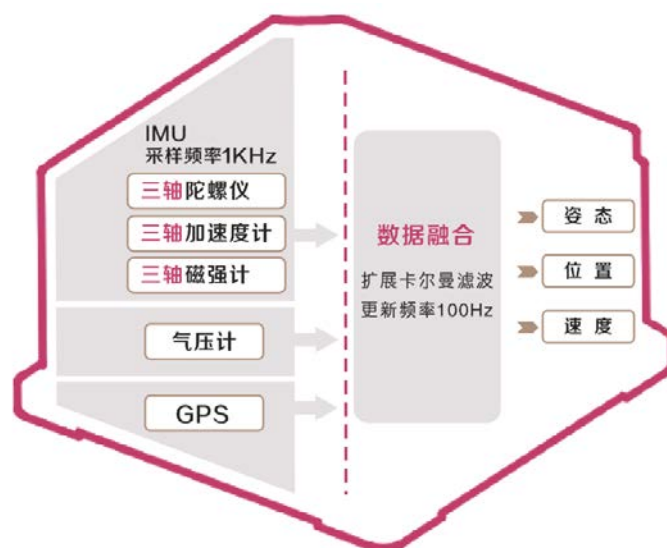


图 5. 产品内部架构图

## 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	$\pm 327.68$	°	Ptich $\pm 90^\circ$ Roll $\pm 180^\circ$
9~10		U,1*2		655.36		Yaw 0~360°
11~19	Vn 速度	S,3*3	1e-4	$\pm 838.8608$	m/s	Vel_E/N/U
20~30	Pos 位置	S,2*4	1e-7	$\pm 214.7483648$	°	经度 Lon/纬度 Lat
		S,1*3	1e-2	$\pm 83886.08$	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				
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





字节数	Name	字节	缩放	范围	Unit	Description
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



字节数	Name	字节	缩放	范围	Unit	Description
33~36	IMU 时间戳	U,4		4294967296	ms	
37~40	GPS 时间戳	U,4		4294967296	ms	
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°
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. 保存位置

当产品使用位置发生变化（经、纬度，海拔），需要用户通过上位机界面，选择以下任一种方法设置产品的初始位置。

- ① 自动：插上天线，GPS 搜到卫星并且信息有效后，位置信息填充 GPS 经、纬度和海拔信息。
- ② 手动：用户输入当地位置信息（经、纬度，海拔）。



点击“保存位置”按键，上位机向 ARM 顺序发送以下三条命令。建议用户通过 GPS 搜星来设置初始位置。

1. 经度默认值是 108.8919132 度。经度范围是-180 度~180 度，东经为正，西经为负。

发：\*PA 空格 GS01 空格 Lon 空格 +/-XXX.YYYYYYY 回车

回：\*PA 空格 GS01 空格 Lon 空格 0 回车 失败

\*PA 空格 GS01 空格 Lon 空格 1 回车 成功

注意：下划线整数位是 3 位，小数位 7 位。若经度是东经 115.416 度，下划线字符串为+115.4160000。

2. 纬度默认值是 34.2489373 度。纬度范围是-90 度~90 度，北纬为正，南纬为负。

发：\*PA 空格 GS01 空格 Lat 空格 +/-XX.YYYYYYY 回车

回：\*PA 空格 GS01 空格 Lat 空格 0 回车 失败

\*PA 空格 GS01 空格 Lat 空格 1 回车 成功

注意：下划线整数位是 2 位，小数位 7 位。若纬度是北纬 39.43 度，下划线字符串为+39.4300000。

3. 海拔默认值是 404 米。

发：\*PA 空格 GS01 空格 h 空格 +/-XXXX.YY 回车

回：\*PA 空格 GS01 空格 h 空格 0 回车 失败

\*PA 空格 GS01 空格 h 空格 1 回车 成功

注意：下划线整数位是 4 位，小数位 2 位。若海拔是 450.7 米，则下划线字符串为+0450.70；若海拔是 -123.91 米，下划线字符串为-0123.91。

## 6. 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，磁场校准和位置（经纬度，海拔）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

## 7. 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。

## 8. 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。

### 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

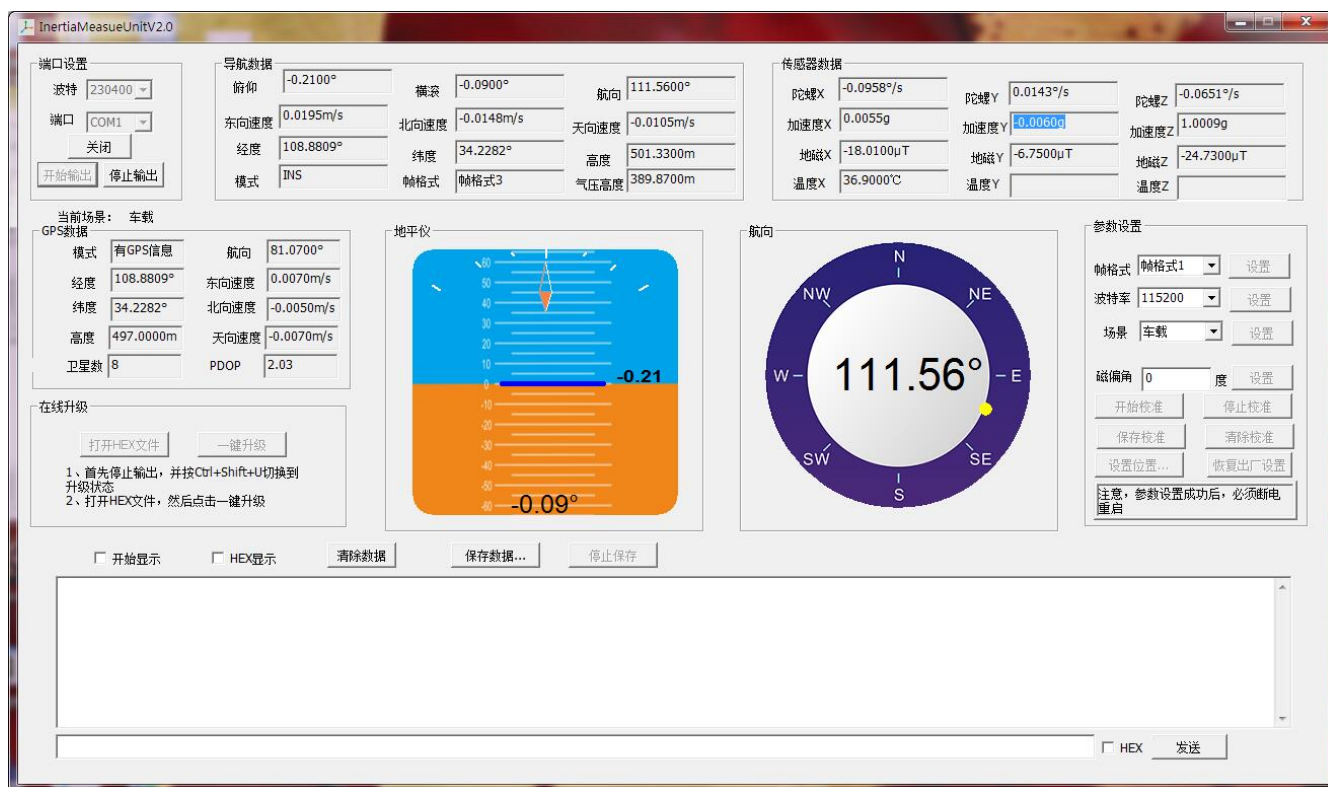
### ④ 清除校准结果：用户校准后，根据校准结果决定是否清除。

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

## 测试软件界面:



### 使用说明：

1. 产品上电后，运行测试界面，选择实际串口序列号和波特率连接串口。点击“开始输出”实时显示数据。
2. 当用户需要设置参数时，首先点击“停止”按键，把“连续发数状态”（上电默认）切换为“磁参数设置状态”，然后就可以进行相关操作。当操作完成后，产品必须断电重启。

### 接口定义:

线序	定义	备注
1	+12V	电源输入正
2	GND	电源地
3	RX+	RS422 接收正
4	RX-	RS422 接收负
5	TX+	RS422 发送正
6	TX-	RS422 发送负
7	RX	RX232 接收



8	TX	RX232 发送
9	DGND	数字地
10	ST1	工厂测试
11	ST2	工厂测试
12	ST3	工厂测试
13	ST4	工厂测试
14	ST5	工厂测试
15	KT	壳体
16	NC	未连接
17	NC	未连接
18	NC	未连接
19	NC	未连接
20	NC	未连接
21	NC	未连接

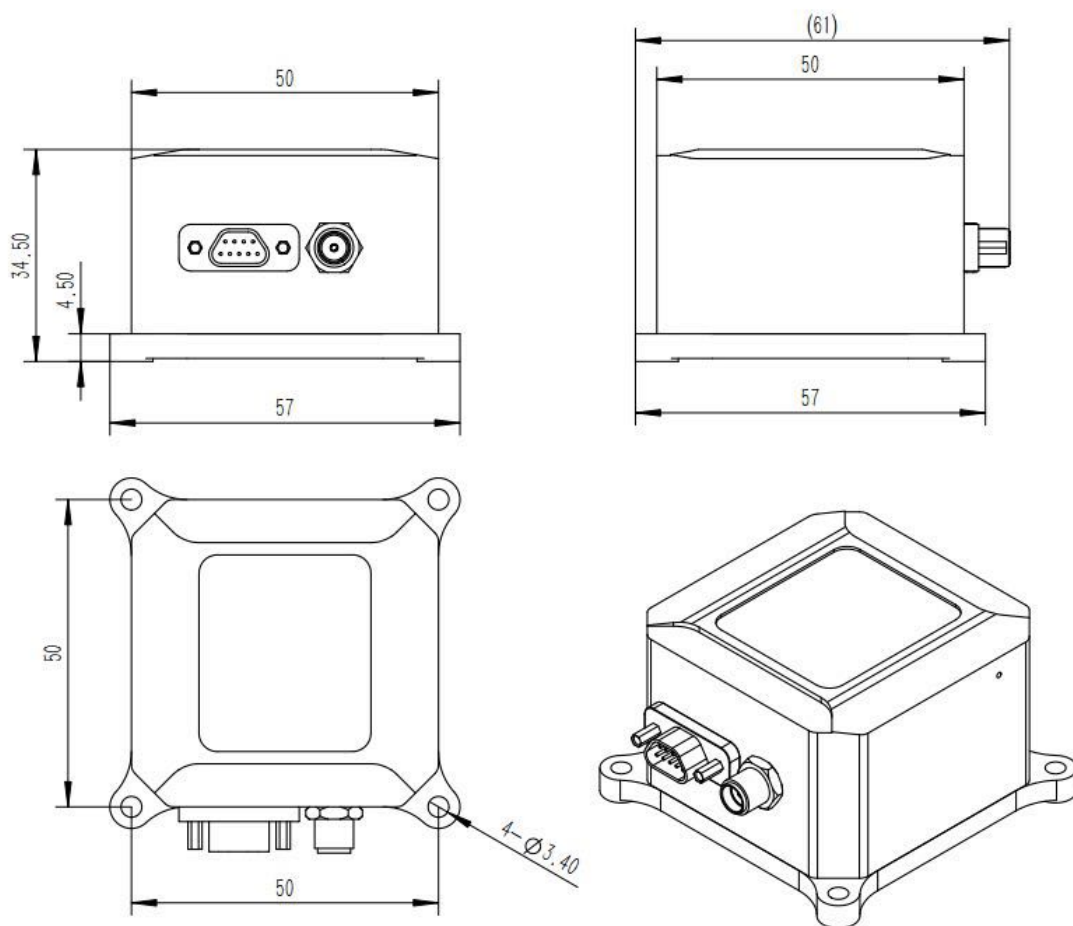
### 注意事项:

- 1)导航系统为精密电子产品，使用时注意防尘、防潮、防霉，轻拿轻放，避免强烈冲击和振动；
- 2)虽然使用金属外壳，但模块不属于防水设计，务必避免在雨中使用或浸泡；
- 3)使用之前请检查连接头，避免松动；数据电源线缆应定期检查，防止扭结。在完成设备的所有线缆连线后方可加电开机，并严格禁止对接口设备的带电插拔；
- 4)导航模块输入电压正常范围（10~32VDC），避免过压操作；
- 5)注意接收机工作的环境应远离大功率电磁发射设备和会对GNSS工作造成干扰的1.5G频段的微波发射设备；
- 6)工厂测试引脚严禁客户使用。

## 运输与储存:

- 1)产品在运输过程中应避免雨雪直接淋袭、太阳久晒、接触腐蚀性气体及机械损伤，产品在搬运过程中应注意轻拿轻放；
- 2)运输和贮存过程中避免受潮、撞击和磕碰，防止运输时的人为和机械损伤。在运输和贮存时，外包装盒应保持干燥、清洁、无污染；
- 3)长期存放产品的仓库环境温度为  $20\pm 10^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%，库房内应无酸碱及腐蚀性气体，且无强烈的机械振动、冲击、强磁场作用。

## 外形尺寸:







精致 · 精准 · 精通

## 西安精准测控有限责任公司

Xi'an Precise Measurement & Control Co., Ltd

电话: 029-88814882 / 883 / 891 / 892 传真: 029-88814881

网址: [www.siliconmems.com](http://www.siliconmems.com)

E-mail: [admin@siliconmems.com](mailto:admin@siliconmems.com)

地址: 西安市高新区科技二路65号清华科技园A区3层