



GM301-AHRS 航姿参考系统 操作手册



北京信普尼科技有限公司

1 产品简介

GM301 是北京信普尼科技有限公司自主研发的导航产品，功能范围从惯性测量单元（IMU）、航姿参考系统（AHRS）到完全集成的 GNSS/INS 解决方案。G301-AHRS 航姿参考系统（以下简称 AHRS）包含 3D 惯性传感器组件（陀螺仪和加速度计）和 3 轴磁力计。拥有完全自主的融合算法，可以为多种复杂场景的应用提供连续、高精度的位置、航姿信息。

AHRS 是一款高精度、高实时性及高可靠性的航姿参考系统。

产品组成

1. AHRS 主机（1 个）：产品主机内置 3 轴 MEMS 陀螺、3 轴 MEMS 加速度计、3 轴磁力计；
2. 数据/电源线缆（1 根）：支持 24VDC 额定电源，适应 10~28VDC 宽压范围；支持两个 RS-232 接口，一个 RS-422 接口，一个 CAN 接口。

2 应用领域

适用于智能驾驶、农机、动中通、无人机、无人艇等多种应用领域。

3 产品特性

3.1 电气参数

特性	条件	最小	典型	最大	单位
供电电压		10	12/24	28	V
功耗	12V~24V	<1			W
存储温度		-55		125	°C
工作温度		-40		85	°C

3.2 性能指标

项目		条件	指标			单位
			最小	典型	最大	
方位精度（RMS）				1.5		°
横滚/俯仰精度（RMS）		静态测试		0.1	0.2	°
		动态测试		0.2	0.3	°
数据更新率		1～200Hz	最大 200 （可配置）			Hz
波特率			460800、614400			bps
IMU 指 标	陀螺量程		± 300			°/s
	陀螺非线性度	± 250° ， 陀螺转台测试		0.02		%
	零点偏差值			0.004		°/s
	常温零偏稳定性	1 σ	0.001	0.004	0.04	°/s
	陀螺零偏不稳定性	Allan Deviation		2	2.5	°/h
	陀螺角随机游走			0.03		° / √ h
	加速度计量程		± 6			g
	加速度计零偏稳定性		0.04	0.06	0.08	mg
磁 力 计	量程		± 2			Gs
	线性度		0.05			%
对外接口		RS-232，	RS-422， CAN 接口			
电磁兼容性		GB/T17626.2-2018	电源线、信号线：ESD4 级(±8KV) 外壳表面：ESD2 级(±4KV)			
		GB/T17626.5-2019	电源线：线-地（共模）±2KV 信号线：线-地（共模）±1KV			
振动		GJB150.16A-2009	5Hz-3mm 定频测试半小时 5.5Hz-3mm 定频测试半小时 20-200Hz-2g 测试 1h			
绝缘电阻			≥100			M Ω

3.3 机械特性

连接器	航插	
重量	85	g
尺寸	54.00*40.00*26.00	mm

3.4 接口定义

3.4.1 设备接口

电源/数据：产品引线输出，用于给主机供电、导航数据输出等。

3.4.2 引线定义

RS232+RS422+CAN 引线定义见下表

序号	定义	备注
1	GND	信号地
2	GND	电源地
3	TX3	RS232，补偿后数据（调试用）
4	RX3	
5	VIN	电源 24V
6	A	RS422，导航数据
7	B	
8	Z	
9	Y	
10	CAN-H	CAN，导航数据
11	CAN-L	
12	TX1	RS232，原始数据（调试用）
13	RX1	
14	PPSOUT	5V 秒脉冲
15	TX2-GPS	板卡设置
16	RX2-GPS	

4 产品安装

4.1 主机安装

当在车载中安装 AHRS 主机时，正确的安装和对准对于实现良好的性能至关重要。在您的应用场景中选择安装位置有许多要求需要满足，包括：

1. 主机的安装应远离振动源和强磁环境（电机、大电流布线和含有磁性的金属物件）。
2. 主机的轴向与车身对齐（主机的连接器指向车尾），且保证 AHRS 的俯仰角和横滚角角度均在 $\pm 1^\circ$ 以内。

4.2 线缆连接

线缆安装要求：

将“AHRS 电源/数据”线缆连接到主机的“电源/数据”接口，电源线配红、黑夹子，RS232 配置 DB9 母头插座，RS422 和 CAN 配置绿色接线端子，线缆均贴有标签，按指示连接。

5 操作说明

5.1 坐标系说明

AHRS 常用坐标系包含：

- 导航坐标系（地理坐标）；
- 设备坐标系；
- 载体坐标系。

5.1.1 导航坐标系

导航坐标系（地理坐标）：东北天坐标系

X 轴 — 指向东向；

Y 轴 — 指向北向；

Z 轴 — 指向天向；

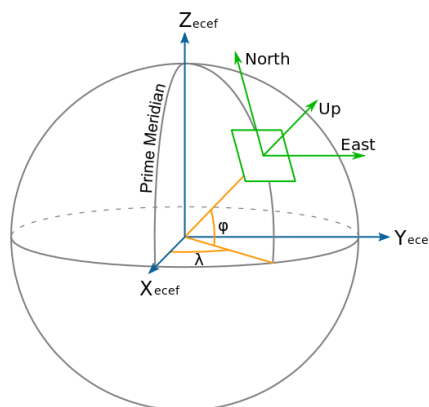


图 5-1-1 东北天坐标系示意图

5.1.2 设备坐标

设备坐标系定义如下：

X 轴 — 遵从右手定则，指向壳体右向，垂直于 Z，Y 方向；

Y 轴 — 壳体无航插头（或引线）方向；

Z 轴 — 垂直于上壳表面，沿壳体指向天向。

设备坐标系为设备壳体所示坐标系，如下所示：

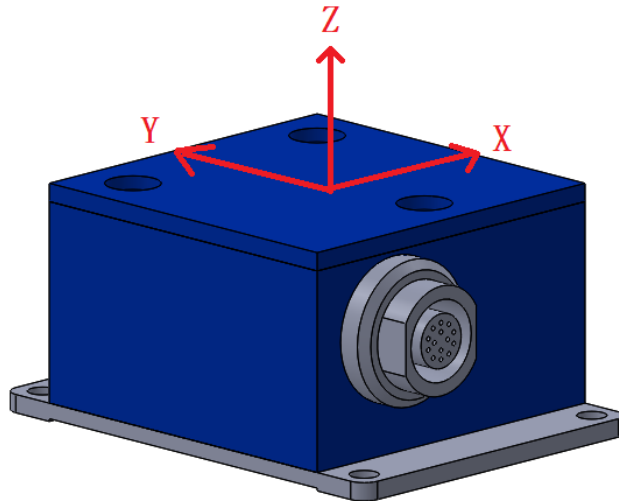


图 5-1-2 设备坐标系示意图

5.1.3 载体坐标系

载体坐标系定义如下：

X 轴 — 遵从右手定则，指向载体右向；

Y 轴 — 指向载体前进方向；

Z 轴 — 垂直大地水平面，沿载体指向天向。

载体坐标系如下所示：

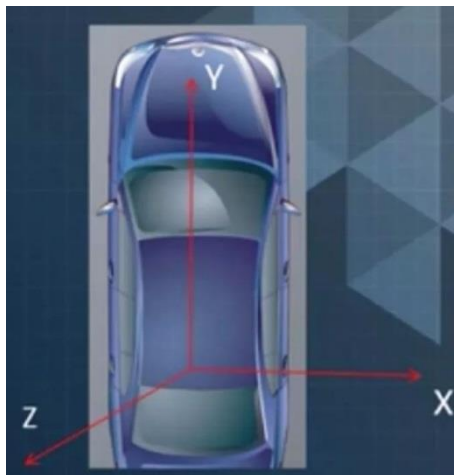


图 5-1-3 车载坐标系示意图

5.2 运行操作说明

5.2.1 初始位置设置

AHRS 加电后，需要在静止状态下寻找陀螺零点并获取载体的初始位置信息，以便后期在此基础上开展导航解算，载体的初始位置信息包括初始纬度、经度、高度、航向。寻找陀螺零点只需要产品保持 10s 以上的静止状态即可自动完成。获取载体的初始位置信息有二种方式：一是利用串口调试助手按照相应协议手动输入初始位置信息；二是使用上次导航过程中存储的姿态信息作为初始位置信息。当 AHRS 上电后超过超时阈值后仍没有接收到初始位置信息时会自动使用上次导航过程中存储的姿态信息作为初始位置信息。当寻找陀螺零点和获取载体的初始位置信息都完成后 AHRS 自动进入导航模式。

注意：

在寻找陀螺零点时，尽量保证载体静止，避免晃动对陀螺零点精度的影响。

载体水平时保证 AHRS 的横滚角和俯仰角角度均在 $\pm 1^\circ$ 以内。

5.2.2 在线磁 2D 校准

AHRS 在载体上安装后需要进行一次在线磁 2D 校准。校准步骤如下：

1. 发送“禁止磁场参与导航”命令。
2. 设置导航模式为 1。
3. 设置初始位置使 AHRS 进入导航模式（前面 2 个命令必须在 AHRS 进入导航前发送）。
4. 发送“磁 2D 开始校准”命令。
5. 使载体在尽量小的半径下转动一周以上。
6. 发送“磁 2D 停止校准”命令，校准完成。
7. 发送“允许磁场参与导航”命令。
8. 设置导航模式为 4。
9. 重启 AHRS，磁场就参与了导航计算。

注意：

1. AHRS 安装的位置磁场分布要均匀，避免由强磁干扰，避免由可变磁场。
2. 校准完成后需要重启 AHRS 以便校准的参数应用在导航算法上。

6 信息详解

6.1 串口数据输出协议说明

串口格式：8bit 数据，1bit 停止位，无奇偶校验位。

1) \$GPFDP: 标准定位定姿消息集

使用 com6 输出，波特率默认 614400。

数据格式：

\$GPFPD, Week, Time, Heading, Pitch, Roll, Lattitude, Longitude, Altitude, Ve, Vn, Vu,
reserve, Gyrox0, Gyroy0, Gyroz0, Accx0, Accy0, Accz0, reserve, SYS
Status, Ymag1, Ymag2, Ymag3*Cs<CR><LF>

最高输出速率：200Hz（614400）

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	协议头	\$GPFPD	\$GPFPD
2	Week	自产品上电至当前的星期数	wwww	1451
3	Time	周内毫秒数	ssssssss	368123300
4	Heading	偏航角（0~359.99）	hhh.hhhh	102.40
5	Pitch	俯仰角（-90~90）	+/-pp.pppp	1.01
6	Roll	横滚角（-180~180）	+/-rrr.rrrr	-0.80
7	Lattitude	纬度（-90~90）	+/-ll.lllllll	34.19660041
8	Longitude	经度（-180~180）	+/-lll.lllllll	108.85519242
9	Altitude	高度，单位（米）	+/-aaaaa.aa	80.60
10	Ve	东向速度，单位（米/秒）	+/-eee.eeeee	4.71723
11	Vn	北向速度，单位（米/秒）	+/-nnn.nnnnn	10.20634
12	Vu	天向速度，单位（米/秒）	+/-uuu.uuuuu	-0.02045
13	保留			
14	Gyrox0	X轴陀螺零位	x.xxxxxxx	
15	Gyroy0	Y轴陀螺零位	x.xxxxxxx	
16	Gyroz0	Z轴陀螺零位	x.xxxxxxx	
17	Accx0	X轴加速度计零位	x.xxxxxxx	
18	Accy0	Y轴加速度计零位	x.xxxxxxx	
19	Accz0	Z轴加速度计零位	x.xxxxxxx	
20	保留			
21	SYS Status	系统状态： 0：初始化 1：导航模式 1（仅 IMU） 4：导航模式 4（IMU + 磁场）	x	
22	Ymag1	离线 2D 磁航向	xxx.xxx	
23	Ymag2	在线 UKF2D 磁航向	xxx.xxx	
24	Ymag3	有磁场航向	xxx.xxx	
25	Flag_mag	磁场系数有效及使用标志		
26	Com_num	串口数据序列号		0~199
27	Cs	校验	*hh	\$和*之间所有数据异或值
28	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

2) \$c: 时间、IMU 补偿后数据显示消息集

使用 com3 输出，波特率默认 460800。

数据格式:

\$C, Week, Time, GyroX, GyroY GyroZ, AccX, AccY, AccZ, MagX, MagY, MagZ, Tpr, Com_num, Gyrox0, Gyroy0, Gyroz0 *Cs, <CR> <LF>

最高输出速率: 200Hz (460800)

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	协议头	\$C	\$C
2	Week	自产品上电至当前的星期数	wwww	1451
3	Time	周内毫秒数	ssssssss	368123300
4	GyroX	陀螺 X 轴角速率, 单位 (度/秒)	xxx.xxxxxxx	
5	GyroY	陀螺 Y 轴角速率, 单位 (度/秒)	yyy.yyyyyyy	
6	GyroZ	陀螺 Z 轴角速率, 单位 (度/秒)	zzz.zzzzzzz	
7	AccX	加速度计 X 轴加速度, 单位为 m/s ²	xxx.xxxxxxx	
8	AccY	加速度计 Y 轴加速度, 单位为 m/s ²	yyy.yyyyyyy	
9	AccZ	加速度计 Z 轴加速度, 单位为 m/s ²	zzz.zzzzzzz	
10	MagX	X 轴磁传感器, 单位: 字	xxx.xxxxxxx	
11	MagY	Y 轴磁传感器, 单位: 字	yyy.yyyyyyy	
12	MagZ	Z 轴磁传感器, 单位: 字	zzz.zzzzzzz	
13	Tpr	温度, 单位为摄氏度	ttt.t	
14	Com_num	串口数据序列号	nnn	
15	Gyrox0	陀螺 X 轴零点值	xxx.xxxxxxx	
16	Gyroy0	陀螺 Y 轴零点值	yyy.yyyyyyy	
17	Gyroz0	陀螺 Z 轴零点值	zzz.zzzzzzz	
18	Cs	校验	*hh	\$和*之间所有数据异或值
19	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

3) \$F: 原始数据消息集

使用 com1 输出, 波特率默认 614400。

数据格式:

\$F, Week, Time, Gyrox, Gyroy, Gyroz, Accx, Accy, Accz, Magx, Magy, Magz, Tpr, Data_num, Flag_1s, Flag_acc_para, Pitch_acc, Roll_acc, Heading_mag, Flag_slot, Index_clock, T_1s_num1, T_1s_num2, T_1800_num1, T_1800_num2, reserve, Flag_nava *Cs, <CR> <LF>

最高输出速率: 200Hz (614400)

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	协议头	\$F	\$F
2	Week	自产品上电至当前的星期数	wwww	1451
3	Time	周内毫秒数	ssssssss	368123300
4	Gyrox	陀螺 X 轴角速率, 单位 (字)	xxxxx.xxxxxx	
5	Gyroy	陀螺 Y 轴角速率, 单位 (字)	yyyyy.yyyyyy	
6	Gyroz	陀螺 Z 轴角速率, 单位 (字)	zzzzz.zzzzzz	

字段号	名称	说明	格式	举例
7	Accx	加速度计 X 轴加速度, 单位为字	xxxx.xxxxxx	
8	Accy	加速度计 Y 轴加速度, 单位为字	yyyy.yyyyyy	
9	Accz	加速度计 Z 轴加速度, 单位为字	zzzz.zzzzzz	
10	Magx	X 轴磁传感器, 单位: 字	xxxx.xxx	
11	Magy	Y 轴磁传感器, 单位: 字	yyyy.yyy	
12	Magz	Z 轴磁传感器, 单位: 字	zzzz.zzz	
13	Tpr	温度, 单位: 摄氏度	ttt.t	
14	Data_num	串口数据序列号	nnn	
15	Flag_1s	内部 1sflag	n	
16	Flag_acc_para	加速度系数 flag	n	
17	Pitch_acc	俯仰角 (仅加速度计计算)	pp.pp	
18	Roll_acc	横滚角 (仅加速度计计算)	rrr.rr	
19	Heading_mag	方位角 (加速度计、磁场计算)	hhh.hh	
20	Flag_slot	内部测试用: 时隙错误 flag		
21	Index_clock	内部测试用: 时钟补偿采样数据下标		
22	T_1s_num1	内部测试用: 内部 1s 定时器补偿量		
23	T_1s_num2	内部测试用: 内部 1s 定时器相位补偿量		
24	T_1800_num1	内部测试用: 内部 1/1800s 定时器补偿量		
25	T_1800_num2	内部测试用: 内部 1/1800s 定时器相位补偿量		
26	reserve	保留		
27	Flag_nava	内部测试用: 数据参与导航计算 flag		
28	Cs	校验	*hh	\$和*之间所有数据异或值
29	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

6.2 CAN 数据输出协议说明

CAN 采用标准数据帧, 波特率 1000Kbps, 输出频率 200Hz, 使用 5 帧数据输出数据, 下文中所有的 offset 均为数据存储位置偏移量, 输出数据均为小端模式。CAN 接口只发送数据, 不接收命令, 控制命令通过串口进行发送调试, CAN 接口使能、ID 和禁止命令见 6.3 章节内容。

数据帧 A: ID:ID, DLC=7, 周秒时间

Offset (bytes)	Length (bytes)	Type	Units	Factor	Description
0	2	U	Week	1	Week
2	4	U	Ms	1	Millisecond
6	1	U	状态位	1	0: 初始化 8: 纯惯性 9: 零速校正

数据帧 B: ID: ID+1, DLC=8, 三轴姿态, 航向、俯仰、横滚

Offset (bytes)	Length (bytes)	Type	Units	Factor	Description
0	2	U	Degrees	1e-2	航向
2	2	S	Degrees	1e-2	俯仰
4	2	S	Degrees	1e-2	横滚
6	1	S		1	保留
7	1	S		1	保留

数据帧 C: ID: ID+2, DLC=8, 经纬度

Offset (bytes)	Length (bytes)	Type	Units	Factor	Description
0	4	S	Degrees	1e-7	Lat
4	4	S	Degrees	1e-7	Lon

数据帧 D: ID: ID+3, DLC=8, 高度与三向速度

Offset (bytes)	Length (bytes)	Type	Units	Factor	Description
0	2	S	m	0.5	Alt
2	2	S	m/s	1e-2	East Velocity
4	2	S	m/s	1e-2	North Velocity
6	2	S	m/s	1e-2	Up Velocity

数据帧 E: ID: ID+4, DLC=6, 基线以及航向标准差

Offset (bytes)	Length (bytes)	Type	Units	Factor	Description
0	2	u	m	1e-3	保留
2	2	u	°	1e-2	保留
4	2	u	°	1e-2	Nav_headstd

6.3 命令协议说明

输入命令中的字母全部使用小写格式, 命令各部分用逗号分隔, 命令以*ff<CR><LF>结尾。

响应命令分为: 设置成功、设置失败、无此命令。

名称	内容
设置成功	\$cmd,config,ok* ff<CR><LF>
设置失败	\$cmd,Config,failed*ff<CR><LF>
无此命令	\$cmd,Bad,Command*ff<CR><LF>

1) 设置串口

命令格式: \$cmd,set,comX,baudrate, Frequency *ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	comX		串口号, 参数是 com1、com3、com6
Parameter	Numeric	baudrate	Bps	波特率, 参数是 38400、115200、460800、614400
Parameter	Numeric	Frequency	Hz	输出频率。参数是 200、100、50、40、25、20、10、8、5、4、2、1、0, 默认 1hz。
cs	hexadecimal	*ff		校验, 默认 ff

备注: 波特率暂时不支持修改, com1、com6 固定为 614400, com3 固定为 460800。

例子: \$cmd,set,com6,614400,1*ff

2) 查询串口设置

命令格式: \$cmd,get,comX*ff

返回应答: \$cmd,get,comX,460800,1*ff

3) 设置初始位置

命令格式: \$cmd,set,inipos,lat,lon,alt,heading*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	inipos		初始位置
Parameter	Numeric	lat	deg	初始点纬度, 数值范围是 $\pm 90^\circ$
Parameter	Numeric	lon	deg	初始点经度, 数值范围是 $\pm 180^\circ$
Parameter	Numeric	alt	m	初始点高度
Parameter	Numeric	heading	deg	初始点航向, 数值范围是 0~360°
cs	hexadecimal	*ff		校验, 默认 ff

例子: \$cmd, set, inipos, 40. 123, 116. 345, 40, 350*ff

4) 设置导航模式

命令格式: \$cmd,set,navmode,mode*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	navmode		导航模式

Parameter	Numeric	mode		模式，参数是 1、4 1：只用加速度计、陀螺。 4：使用磁场、加速度计、陀螺。 默认模式是 3。
cs	hexadecimal	*ff		校验，默认 ff

例子：\$cmd,set,navmode,3*ff。

使用模式 4 时，建议先对磁场进行校准，再手动设置磁场参与导航。

5) 查询导航模式

命令格式：\$cmd,get,navmode *ff

返回应答：\$cmd,get,navmode,mode*ff。

6) 设置磁场是否参与导航

命令格式：\$cmd,set,magnav,xxx*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	magnav		磁场是否有效
Parameter	string	enable		enable=有效 disable=无效，默认是无效。
cs	hexadecimal	*ff		校验，默认 ff

例子：\$cmd,set,magnav,disable*ff。

7) 查询磁场是否参与导航

命令格式：\$cmd,get,magnav *ff

返回应答：\$cmd,get, magnav,xxx*ff

8) 设置磁 2D 开始/停止校准

命令格式：\$cmd,set,magcal,xxx*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	magcal		磁场校准
Parameter	string	start		start=开始校准 stop=结束校准
cs	hexadecimal	*ff		校验，默认 ff

例子：\$cmd,set,magcal,start*ff。

9) 设置安装偏差

命令格式: \$cmd,set,offset,roll,pitch,yaw*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	Set		设置
Attribute	string	offset		安装偏差
Parameter	Numeric	roll	deg	横滚角安装偏差, 范围 $\leq \pm 30^\circ$, 默认是 0°
Parameter	Numeric	pitch	deg	俯仰角安装偏差, 范围 $\leq \pm 30^\circ$, 默认是 0°
Parameter	Numeric	yaw	deg	方位角安装偏差, 范围 $\leq \pm 180^\circ$, 默认是 0°
cs	hexadecimal	*ff		校验, 默认 ff

三个安装偏差的定义为, 车体到本体的三个姿态角, 例如车体在水平位置, 惯导安装后测量的横滚角为 1° , 俯仰角为 -0.5° , 那么 roll 设置值为 1, pitch 设置值为 -0.5。惯导的前进方向与车体的前进方向相比, 如果惯导的前进方向右偏了 1 度, yaw 设置值为 1, 如果左偏了 1 度, 设置值为 -1。

10) 查询安装偏差

命令格式: \$cmd,get,offset,xxx*ff

返回回答: \$cmd,get, offset,roll,pitch,yaw*ff

11) 设置上电超时时间

产品上电后, 如果在预设超时时间内没有设置初始位置或者陀螺无法找到零点, 惯导模块会以记录的历史位置进入导航模式。记录的历史位置指的是产品上一次进入导航后每隔 30 分钟自动记录的位置信息。

命令格式: \$cmd,set,timeout,time*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	timeout		超时时间
Parameter	Numeric	time	分钟	设置的超时时间, 范围 1~30, 默认值是 5
cs	hexadecimal	*ff		校验, 默认 ff

例子: \$cmd,set,timeout,5*ff。

12) 查询超时时间

命令格式: \$cmd,get, timeout*ff

返回回答: \$cmd,get, timeout,time*ff

13) 设置陀螺找零阈值

产品上电后，会自动找陀螺零点，每 200 个数据（1s）找一次最大最小值，如果其差值小于 th1，就将这 200 个数据取平均值放入缓存 2，当缓存 2 放入 10 个数据后，计算缓存 2 中数据的最大最小值，如果差值小于 th2，就把缓存 2 中所有数据取平均值作为陀螺的零点。

命令格式：\$cmd,set,gyro_th,th1,th2*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	gyro_th		陀螺找零阈值
Parameter	Numeric	th1		一级缓存阈值，范围>5，默认值 100
Parameter	Numeric	th2		二级缓存阈值，范围>2，默认值 4
cs	hexadecimal	*ff		校验，默认 ff

例子：\$cmd,set gyro_th,100,4*ff。

14) 查询陀螺找零阈值

命令格式：\$cmd,get, gyro_th *ff

返回应答：\$cmd,get, gyro_th,100,4*ff

15) 设置 CAN 接口输出及 ID

命令格式：\$cmd,set,can,enable,ID*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	can		CAN 接口
Parameter	Numeric	enable		Enable=使能 CAN 口输出
Parameter	Numeric	ID		CAN 接口首包数据的 ID 值，数值范围 0x00~0x7fb,输入是十六进制数据。
cs	hexadecimal	*ff		校验，默认 ff

例子：\$cmd,set,can,enable,0x20*ff。

16) 设置 CAN 口停止输出

命令格式：\$cmd,set,can,disable*ff

名称	格式	举例	单位	说明
\$cmd	string	\$cmd		cmd 消息协议头
Command	string	set		设置
Attribute	string	can		CAN 接口
Parameter	Numeric	disable		disable = 禁止 CAN 口输出
cs	hexadecimal	*ff		校验，默认 ff

例子：\$cmd,set,can,disable*ff。

7 机械尺寸

外壳机械尺寸见下图，单位:mm

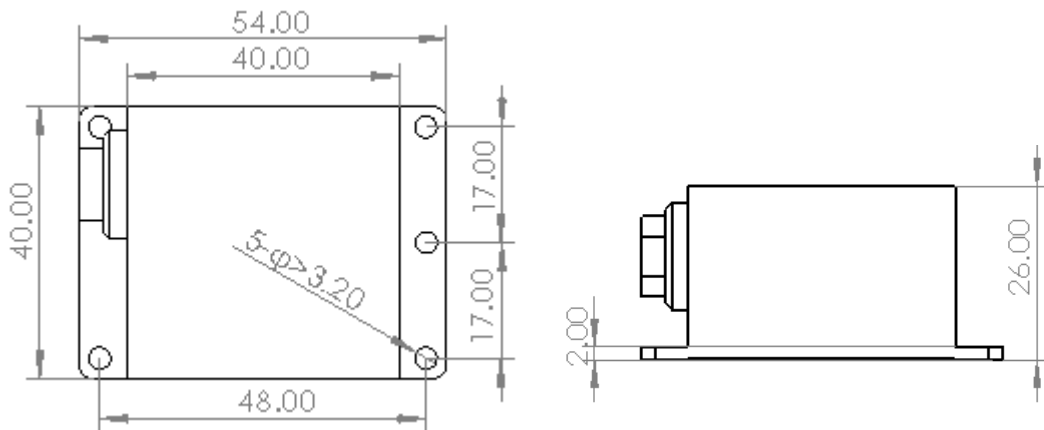


图 7-1-1 GM301-AHRS 外壳尺寸图

以上型号均为标准产品，如有特殊需求，可致电 010-80707547，询问技术支持。