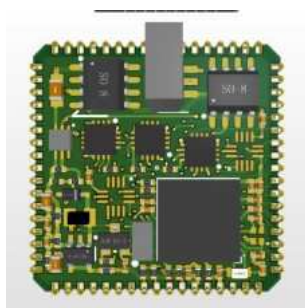




CGMI-3 AHRS 航姿参考系统 操作手册



北京信普尼科技有限公司

1 产品简介

CGMI-3 AHRS 航姿参考系统是北京信普尼科技有限公司自主研发的全国产化导航产品，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。CGMI-3 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 3.3VDC 额定电源，支持两个 RS-232 接口，一个 RS-422 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			3.3		V
功耗			<0.12		W
存储温度		-55		125	°C
工作温度		-40		85	°C

3.2 性能指标

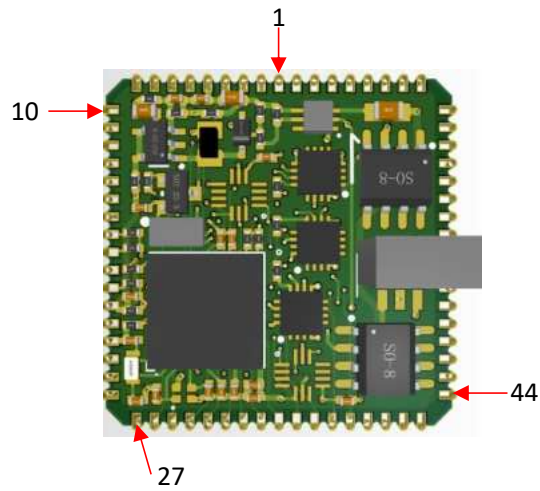
项目	条件	指标	单位	
方位精度 (RMS)		1	°	
横滚/俯仰精度 (RMS)	静态测试	0.1	°	
	动态测试	0.3	°	
IMU 指标	陀螺量程	±300	°/s	
	陀螺常温零偏稳定性	10 秒平滑, 1 σ	0.01	°/h
	噪声密度		0.02	°/s/√Hz
	加速度计量程		±16	g
	加速度计噪声密度		0.1	mg/√Hz
磁力计	量程		±2	Gs
	线性度		0.5	%

3.3 机械特性

重量	10	g
尺寸	24.70*24.70*13.5	mm

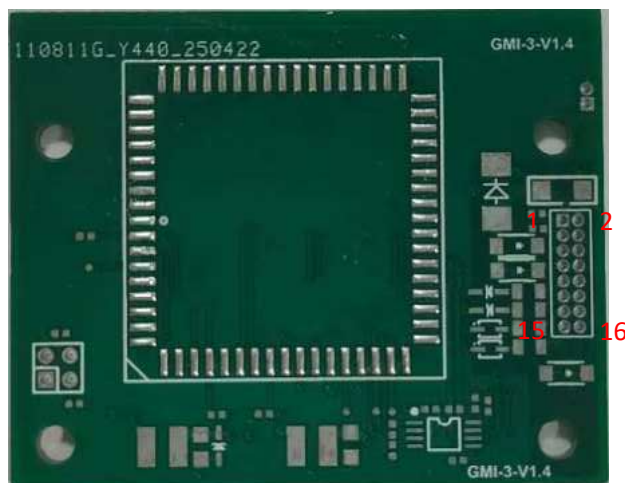
3.4 接口定义

3.4.1 模块接口



序号	定义	序号	定义	序号	定义	序号	定义
1	NC	18	NC	35	NC	52	NC
2	TX3C	19	NC	36	NC	53	NC
3	RX3C	20	NC	37	NC	54	NC
4	NC	21	V+	38	NC	55	NC
5	GND	22	NC	39	NC	56	NC
6	NC	23	GND	40	NC	57	NC
7	NC	24	NC	41	NC	58	NC
8	NC	25	NC	42	NC	59	NC
9	NC	26	NC	43	NC	60	NC
10	NC	27	NC	44	NC	61	NC
11	NC	28	NC	45	NC	62	NC
12	RX1C	29	NC	46	NC	63	NC
13	TX1C	30	NC	47	NC	64	NC
14	NC	31	NC	48	NC	65	NC
15	NC	32	NC	49	NC	66	NC
16	NC	33	NC	50	NC	67	NC
17	NC	34	NC	51	NC	68	NC

3.4.2 底板引线定义



引线定义见下表

序号	定义	备注
1	NC	
2	V+	12V
3	NC	
4	GND	
5	NC	
6	NC	
7	NC	
8	NC	
9	TX3	
10	NC	
11	RX3	
12	GND	
13	TX1	
14	NC	
15	RX1	
16	NC	

4 产品安装

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。

5 操作说明

5.1 磁北方向说明

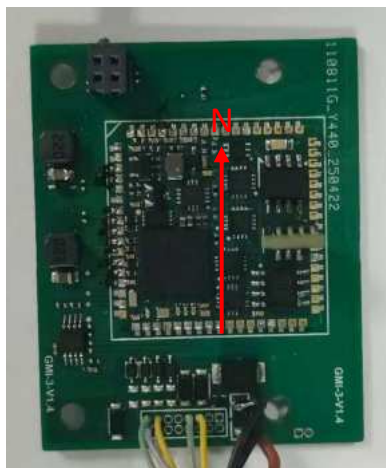


图 5-1-1 设备坐标系示意图

5.2 运行操作说明

5.2.1 启动说明

AHRS 加电后，会以加速度计算的俯仰角、横滚角，以磁场计算的方位角为初始姿态进行导航解算。

注意：

在产品上电时，保证载体静止，避免晃动对导航初值造成较大偏差，数据输出稳定后进行下一步操作。

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“磁 2D 开始校准”命令。
2. 使载体在尽量小的半径下转动一周以上。
3. 发送“磁 2D 停止校准”命令，校准完成。

注意：

1. AHRS 安装的位置磁场分布要均匀，避免有强磁干扰，避免有可变磁场。
2. 校准完成后需要重启 AHRS 以便校准的新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 115200bps, 输出频率 100Hz。

可以通过命令使能或者禁止时间、陀螺、加速度、磁场数据输出。使能后按照**数据格式 1**输出，禁止后按照**数据格式 2**输出。命令见 6.3 小节的“设置 \$GPFDP 语句格式”。

数据格式 1:

\$GPFDP, Week, Time, Heading, Pitch, Roll, Gyrox, Gyroy, Gyroz, Accx, Accy, Accz, Magx, Magy, Magz, SYS Status, Com_num *Cs<CR><LF>

最高输出速率：200Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	协议头	\$GPFDP	\$GPFDP
2	Week	自产品上电至当前的星期数	wwww	1451
3	Time	周内毫秒数	sssssssss	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	Gyrox	陀螺 X 轴角速率, 单位 (度/秒)	xxx.xxxxxxx	
8	Gyroy	陀螺 Y 轴角速率, 单位 (度/秒)	yyy.yyyyyyy	
9	Gyroz	陀螺 Z 轴角速率, 单位 (度/秒)	zzz.zzzzzzz	
10	Accx	加速度计 X 轴加速度, 单位为 m/s^2	xxx.xxxxxxx	
11	Accy	加速度计 Y 轴加速度, 单位为 m/s^2	yyy.yyyyyyy	
12	Accz	加速度计 Z 轴加速度, 单位为 m/s^2	zzz.zzzzzzz	
13	Magx	磁场 x 轴测量值, 单位 gauss		
14	Magy	磁场 y 轴测量值, 单位 gauss		
15	Magz	磁场 z 轴测量值, 单位 gauss		
16	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	
17	Com_num	串口数据序列号		0~199
18	Cs	校验	*hh	\$和*之间所有数据异或值
19	<CR> <LF>	固定包尾		<CR> <LF>

数据格式 2:

\$GPFDP, Heading, Pitch, Roll ,SYS Status, Com_num *Cs<CR><LF>

最高输出速率: 200Hz

字段号	名称	说明	格式	举例
1	Header	协议头	\$GPFDP	\$GPFDP
2	Heading	偏航角 (0~359.99)	hhh.hhhh	102.40
3	Pitch	俯仰角 (-90~90)	+/-pp.pppp	1.01
4	Roll	横滚角 (-180~180)	+/-rrr.rrrr	-0.80
5	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	
6	Com_num	串口数据序列号		0~199
7	Cs	校验	*hh	\$和*之间所有数据异或值
8	<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 115200 bps,输出频率 100Hz。

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

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	wwwww	1451
3	Time	周内毫秒数	sssssssss	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 115200bps,输出频率 100Hz。

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

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	
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

命令以\$cmd 开头, 中间各部分参数用“,”(逗号)分隔, 命令以*ff 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 9600、19200、38400、115200、230400、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

例子：\$cmd,set,com6,614400,1*ff

重新上电后，新设置的波特率生效。

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。

4) 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

5) 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。

6) 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，惯导安装后测量横滚角 1° ，俯仰角 -0.5° ，那么 roll 设置值为 1，pitch 设置值为 -0.5 。惯导前进方向与车体前进方向相比，如果惯导前进方向右偏了 1° ，yaw 设置值为 1，如果左偏了 1° ，设置值为 -1 。

7) 查询安装偏差

命令格式：\$cmd,get,offset,xxx*ff

返回应答：\$cmd,get,offset,roll,pitch,yaw*ff

8) 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 $0x00 \sim 0x7fb$ ，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。

9) 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。

10) 根据位置、时间信息计算磁偏角

命令格式: \$cmd,set,pos_mdec,lat,lon,alt,year,month,day*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 (计算)
Attribute	string	Pos_mdec		磁偏角
Parameter	Numeric	lat	deg	纬度, 数值范围是 $\pm 90^\circ$
Parameter	Numeric	lon	deg	经度, 数值范围是 $\pm 180^\circ$
Parameter	Numeric	alt	km	高度
Parameter	Numeric	year		时间: 年
Parameter	Numeric	month		时间: 月
Parameter	Numeric	day		时间: 日
cs	hexadecimal	*ff		校验, 默认 ff

例子: \$cmd, set, pos_mdec, 40.123, 116.345, 0.04, 2025, 4, 18*ff

11) 设置磁偏角

命令格式: \$cmd,set,mdec,magnetic_declination*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	mdec		磁偏角
Parameter	Numeric	magnetic_declination	deg	用户直接设置的磁偏角
cs	hexadecimal	*ff		校验, 默认 ff

例子: \$cmd,set,mdec,1.234*ff

12) 查询磁偏角

命令格式: \$cmd,get,mdec *ff

返回应答: \$cmd,get,mdec,magnetic_declination *ff

13) 设置\$GPFDP 语句格式

命令格式: \$cmd,set,t_imu,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	t_imu		\$GPFDP 语句中时间和 9 轴数据是否输出
Parameter	string	enable		enable=输出 disable=不输出, 默认是无效。
cs	hexadecimal	*ff		校验, 默认 ff

例子: \$cmd,set,t_imu,disable*ff。

14) 查询\$GPFDP 语句格式

命令格式: \$cmd,get,t_imu *ff

返回应答: \$cmd,get,t_imu,xxx*ff

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。