

GNS221 双天线组合惯导

产品说明书

V2.0-20261030

技术亮点



- ❖ 水平方位角姿态角输出；
- ❖ 组合导航位置/速度输出；
- ❖ 三轴角速度/加速度输出；
- ❖ RS232&CAN 输出；
- ❖ 紧凑而轻巧设计；
- ❖ 寿命长 ，稳定性强。

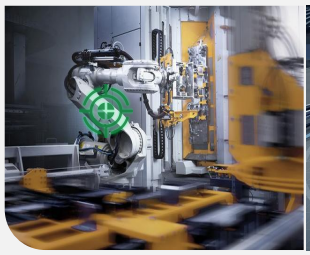
产品介绍

GNS221 是瑞惯科技以 MEMS 惯性测量平台为基础研制的一款具备较高精度的双天线组合惯导。该产品将陀螺仪角速率与加速度计加速度进行融合，完成动态姿态解算，可实时输出载体的姿态角、方位角、速度、位置、三轴角速度及三轴加速度。产品内置 GNSS/惯性组合导航算法，采用 Kalman 滤波模型，对系统误差、IMU 仪表误差进行实时反馈与修正，以降低系统发散风险，并有助于缓解陀螺仪短时漂移带来的影响。该产品适用于动中通车载卫星天线设备、车辆方位导向、无人机姿态与方位控制等场景。

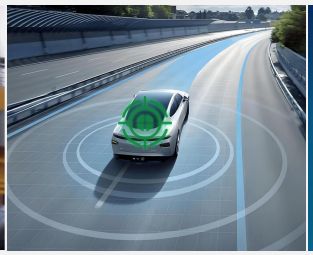
应用范围

- ❖ 动中通
- ❖ 静中通
- ❖ 工业智能机器人控制
- ❖ 工业园区无人车(AGV/AMR)
- ❖ 飞行控制系统(无人机/通航飞机)

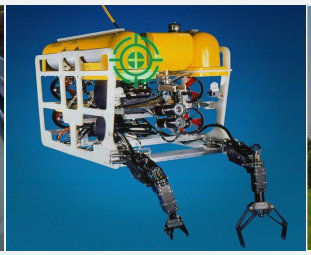
工业机器人运动控制



智能驾驶平台监测



水下机器人定位导航



无人机飞控导航



性能参数

GNS221(导航系统默认为 :GPS+BDS)		参数
GNSS 板卡	定位精度(RMS)	单点:1.5m
	双天线定向精度(RMS)	0.1°/1m 基线
	速度精度(RMS)	0.03m/s
	更新率	5hz
	GNSS 初始化时间	<30s
惯导部分	陀螺量程	±300°/s
	陀螺零偏不稳定性(Allan)	0.5°/h
	陀螺随机游走(Allan)	0.05 deg/√hr
	加速度计量程	±6g
	加速度计零偏不稳定性(Allan)	0.025mg
	更新率	200hz
	加速度计随机游走(Allan)	XYZ:0.01 m/s/√hr

组合导航系统性能	位置精度	横滚精度	俯仰精度	航向精度	速度精度
位置精度	(2σ)	(2σ)	(2σ)	(2σ)	(2σ)
导航失锁 0s	1.5m	0.1°	0.1°	0.1°	0.03m/ S
导航失锁 60s	1.5‰	0.1°	0.1°	0.15°	0.1m/ S
供电电压	9-36VDC				
工作电流	280mA~350mA@12VDC				
工作温度	-40℃~85℃				
接口	1×RS232、1xCAN、1×RS422、 2×GNSS 天线接口、1×电源接口				

订购选型

型号		信号输出		天线类型（选配）
GNS221	-	默认 RS232&CAN 信号输出	-	A: HX-CSX644A 天线（主推）
		232: RS232 信号输出		B: HX-608 天线（小型）
		422: RS422 信号输出		
		CAN: CAN 信号输出		

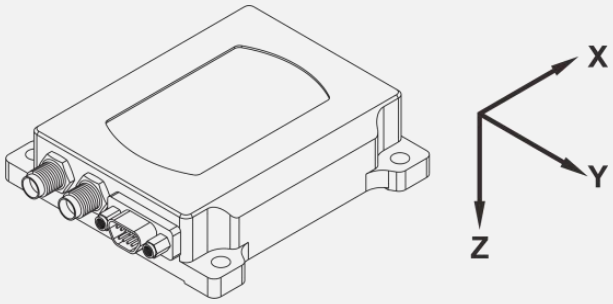
例：GNS221-A：默认 RS232&CAN 信号输出/HX-CSX644A 天线（主推）。

GNS221-232-B：RS232 信号输出/HX-CSX644A 天线（主推）。

产品信息

型号名称	数量	重量	连接器+配线	线长	线重
GNS221	1	≤110g	9 芯微矩形连接器 J30J-9TI	22cm	≤20g
HX-CSX644A 天线	2	≤400g	TNC 公转 SMA 公	3m	≤110g
HX-608 天线	2	≤40g	SMA 针头+底座 SMA-J	3m	≤60g

空间坐标系



本产品坐标系使用 前-右-下(FRD)坐标系，欧拉角范围如下:

绕 Z 轴方向旋转: 航向角 Yaw范围: 0°~360°;

绕 X 轴方向旋转: 横滚角 Roll范围: -180°~180°;

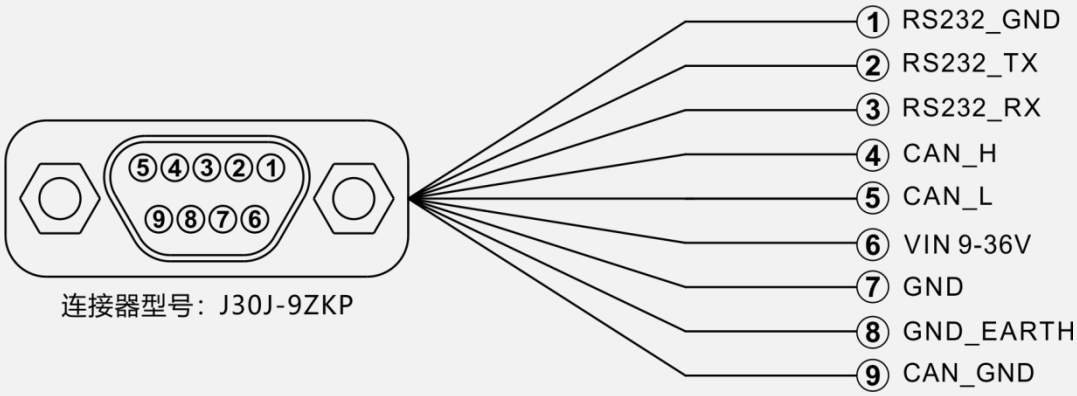
绕 Y 轴方向旋转: 俯仰角 Pitch范围: -90°~90°。

接口功能说明

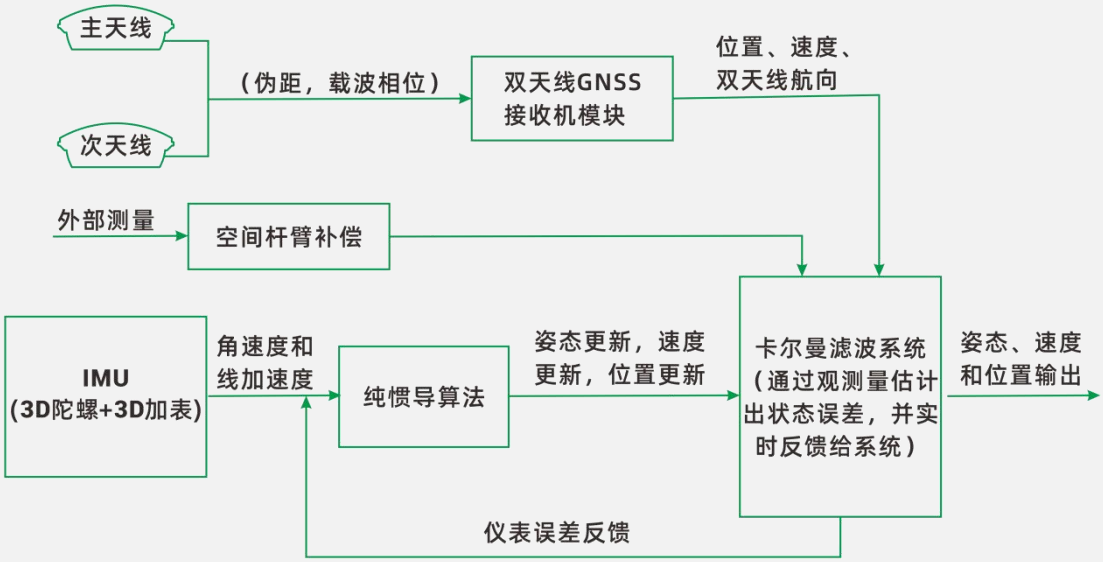


接口定义

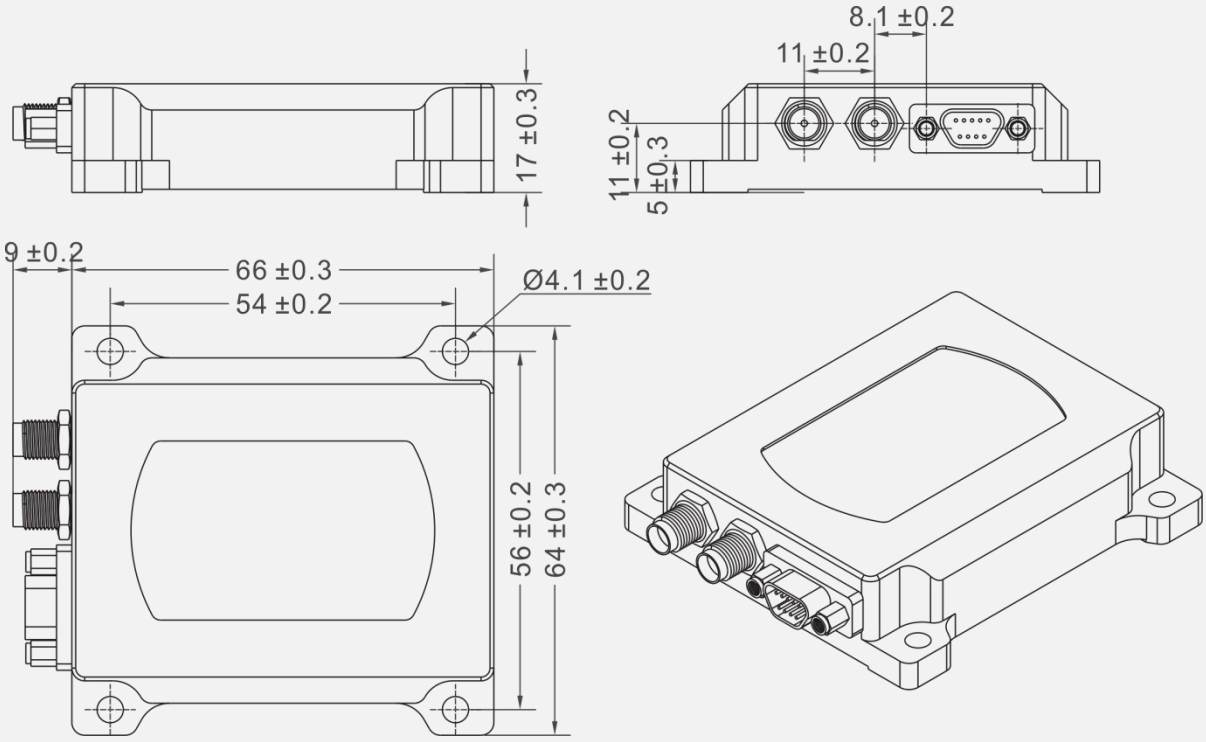
针脚/线色	针脚定义	描述
PIN1	RS232_GND	RS232_信号地
PIN2	RS232_TXD	RS232_发送
PIN3	RS232_RXD	RS232_接收
PIN4	CAN_H	CAN_高位
PIN5	CAN_L	CAN_低位
PIN6	VIN9~36V	供电电压
PIN7	GND	电源地
PIN8	GND_EARTH	保护地
PIN9	CAN_GND	CAN_信号地



系统功能框图



产品尺寸

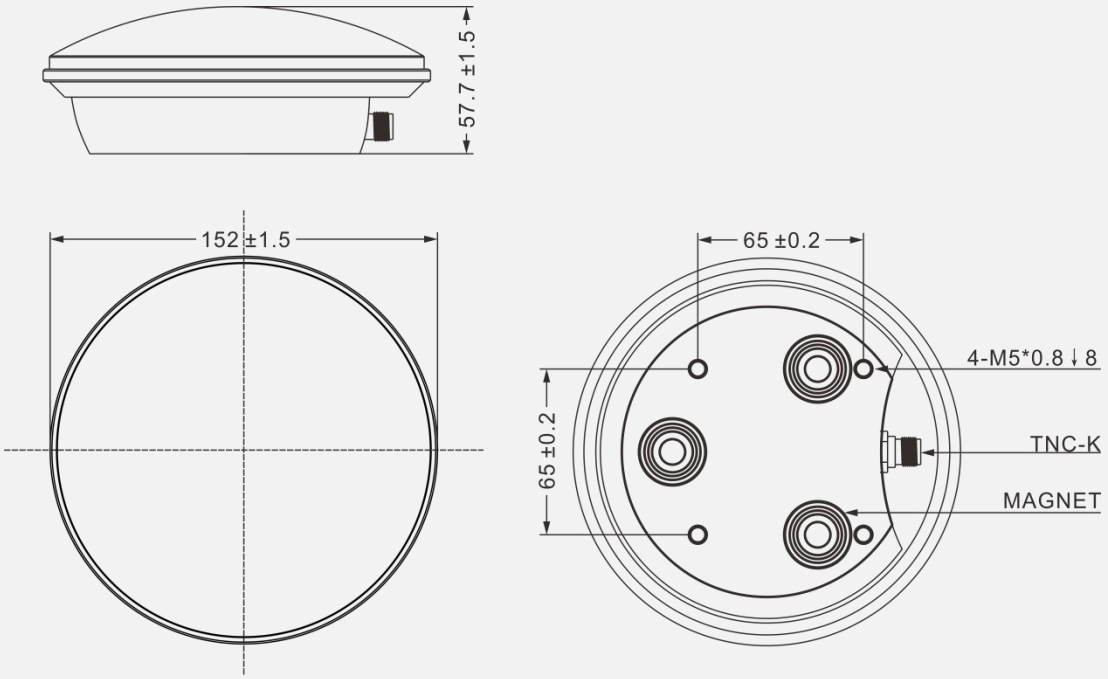


外壳尺寸:L75×W64×H17mm

安装尺寸:L54×W56×H5mm

建议螺丝:4 颗 M4 螺丝

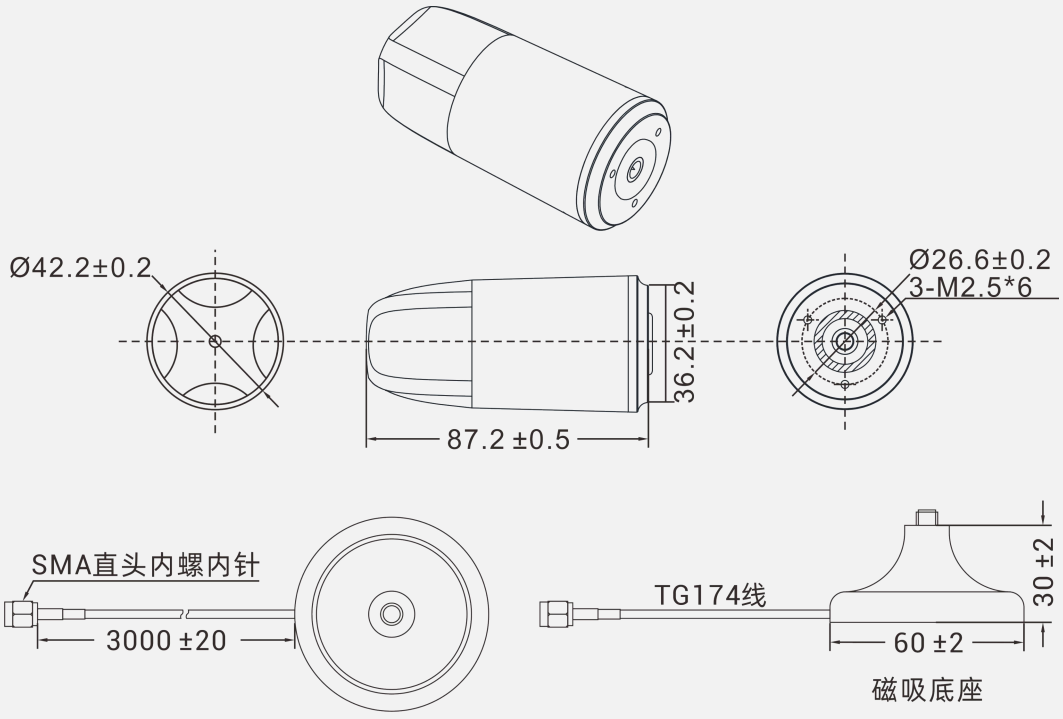
天线尺寸



天线型号：HX-CSX644A

外尺寸：Ø152×57.7mm

安装方式：强磁吸附



磁吸底座

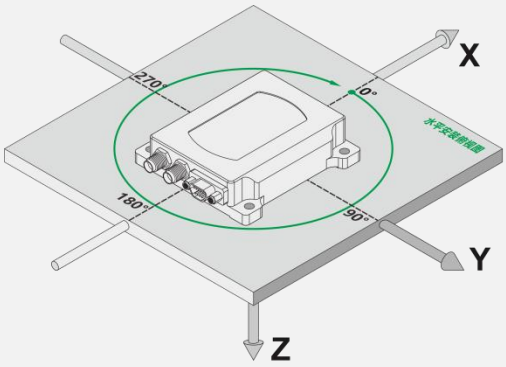
天线型号：HX-608

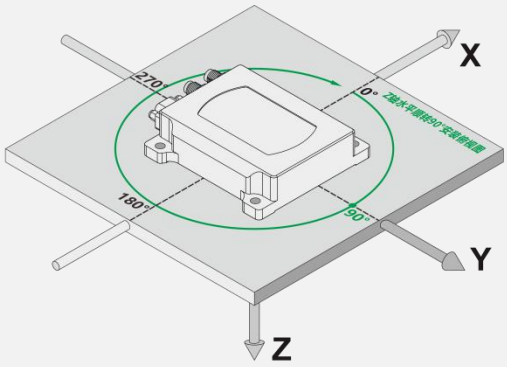
外尺寸：Ø42.2×87.2mm

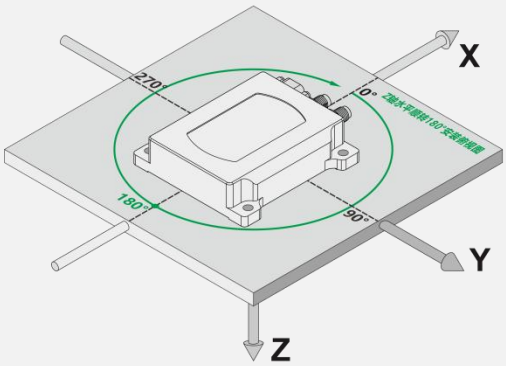
安装方式：①：3 颗 M2.5 螺丝

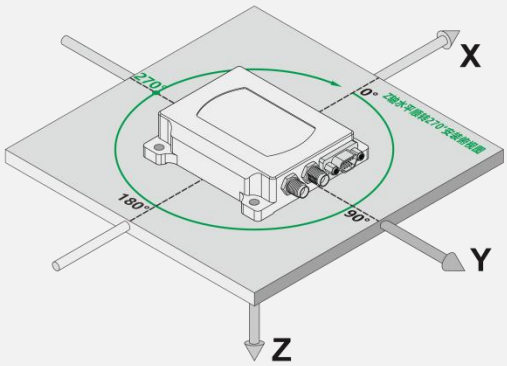
②：底座磁吸安装

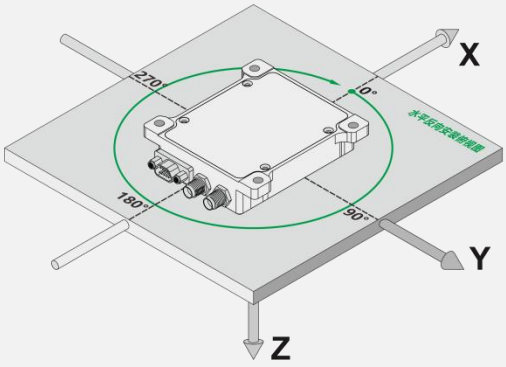
安装方向


X
Y
Z
270°
0°
90°
180°


X
Y
Z
270°
0°
90°
180°


X
Y
Z
270°
0°
90°
180°


X
Y
Z
270°
0°
90°
180°


X
Y
Z
270°
0°
90°
180°

杆臂参数配置说明

GNSS 天线杆臂参数配置说明

系统需根据实际安装平台，适配对应的运动学模型，该配置将影响导航解算的核心算法参数。

需精确补偿天线相位中心与 IMU 测量中心的几何偏移量。

基础配置要求

1. 测量精度：需保证毫米级测量精度（配置值单位为米）
2. 安装建议：优先减小水平方向偏移，建议 IMU 与主天线水平间距 < 0.5m
3. 配置时机：须在静基座对准阶段完成设置，动基座状态下禁止修改

双天线系统配置规范

参数定义

- 坐标系：前右下（X/Y/Z）载体坐标系
- 矢量方向：以 IMU 测量中心为原点，指向主天线相位中心的几何矢量
- 符号规则：

  X 轴（前向）：天线位于 IMU 前方时取正值

  Y 轴（右向）：天线位于 IMU 右侧时取正值

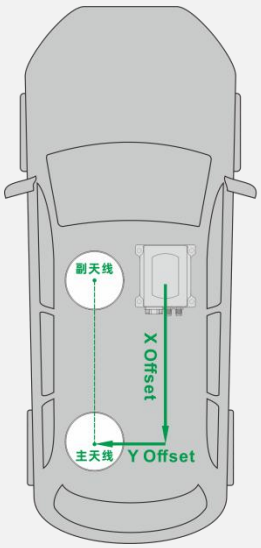
  Z 轴（地向）：天线高于 IMU 安装基准面时取负值

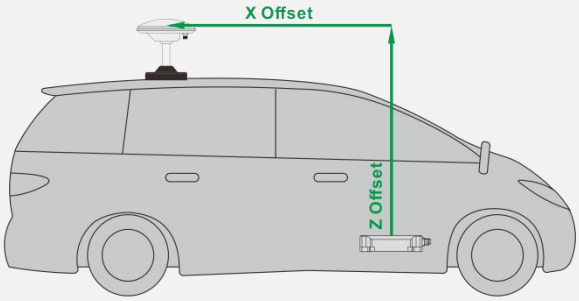
典型示例

安装场景：

- 主天线位于 IMU 左后方上方时：

  Lever_X（前向分量为负），Lever_Y（右向分量为负），Lever_Z（地向分量为负）





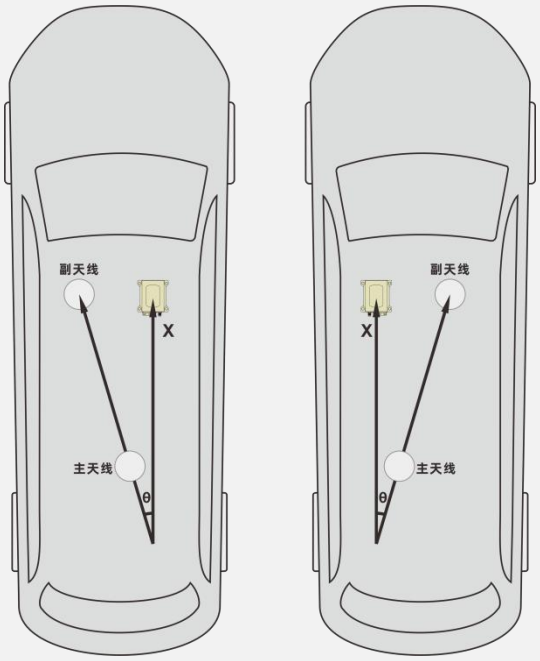
工程建议

建议采用激光跟踪仪等三维测量设备标定空间矢量关系，重点控制：

1. 水平面内 X/Y 分量的测量精度；
2. 天线相位中心高度的垂直测量误差；
3. 多天线系统的空间几何一致性；
4. 主副天线安装距离间隔 1 米以上。

GNSS 双天线安装偏航补偿角配置说明：

GNSS 双天线的航向角指的是地理北， 即主天线安装位置中心点指向副天线安装位置中心点



矢量方向与地理北的夹角，北偏东为正，北偏西为负。当双天线的轴线方向（主天线指向副天线方向）与实际 IMU 的 X 轴正方向存在安装航向角度偏差时须进行双天线偏航补偿角补偿，如以下图所示：当双天线偏航补偿角θ在 IMU X 轴正方向的北偏西方位时，双天线偏航补偿角θ符号为负，当双天线偏航补偿角θ在 IMU X 轴正方向的北偏东方位时，双天线偏航补偿角θ符号为正。偏航补偿角θ的大小可用量角器等辅助量具测得。

GNSS 导航系统配置说明：

GNS221 支持 BDS（北斗）、GPS（美国）、GLONASS（俄罗斯）及 GALILEO（欧盟）四大全球定位系统，默认为 BDS+GPS 双导航系统，用户可根据相应的地域进行导航系统的选择配置。

上电初始化过程说明：

首先，按平台参考坐标系安装好 IMU 及双天线，安装时 IMU 的 X 轴指向前进方向，并注意双天线的安装方向（航向角为主天线安装位置中心点指向副天线安装位置中心点的矢量方向），航向角的大小为矢量方向与地理北的夹角， 设置好臂杠矢量长度及双天线偏航补偿角。保持 IMU 静止，IMU 上电后，先进行初始化对准，对准完成时间 2-3 秒，IMU 对横滚角和俯仰角进行初始化赋值，赋完值后对准结束；随后 IMU 进入纯惯性导航和 GNSS 组合导航交替状态，中间会进行航向角的初始化赋值，注意 GNSS 导航信息更新频率为 5Hz，当接收到有效的导航信息后 IMU

进行一次卡尔曼滤波算法。具体请参考输出协议内容。

通信协议

1. 串口通信协议

● CRC校验为从帧头开始，不包含CRC校验位本身，该帧所有字节的CRC校验，校验计算方式和例程见附录。

● 帧长为除去帧头，帧 ID，帧长和校验位之外的所有数据字节总数。

● 小端模式， 先发送低字节。

1.1 串口接口参数

默认传输速率	115200bps
开始位	1 bit
数据位	8 bits
停止位	1 bit
奇偶校验	无

1.2 数据包格式

IMU组合导航输出数据包结构组成如下:

惯导数据输出格式1:

偏移量	数据类型	名称	描述
0	uint8	帧头 1	0xAA 0x55
1	uint8	帧头 2	
2	uint16	ID 低位	0x66
3		ID 高位	0x01
4	uint16	数据长度	数据长度=0x0033
6	Uint32	GPS周内秒(mS)	
10	Uint16	GPS周计数	
12	Int32	纬度(分辨率1×e-7/bit)	
16	Int32	经度(分辨率1×e-7/bit)	
20	Int32	高度(mm)	
24	Int16	北向速度(m/S， 分辨率0.01)	
26	Int16	东向速度(m/S，分辨率0.01)	
28	Int16	地向速度(m/S，分辨率0.01)	
30	Int16	横滚角(度，分辨率0.01)	±180度
32	Int16	俯仰角(度，分辨率0.01)	±90度
34	Int16	航向角(度，分辨率0.01)	0~360度
36	Int16	加速度计X轴(g，分辨率0.001)	

38	Int16	加速度计Y轴(g，分辨率0.001)	
40	Int16	加速度计Z轴(g，分辨率0.001)	
42	Int16	陀螺仪X轴(度/秒，分辨率0.01)	
44	Int16	陀螺仪Y轴(度/秒，分辨率0.01)	
46	Int16	陀螺仪Z轴(度/秒，分辨率0.01)	
48	Int16	双天线航向角(度，分辨率0.01)	
50	Uint8	双天线航向角解类型	
51	Uint8	温度值(-80)	减去80得到实际温度值
52	Uint8	导航卫星数	
53	Uint8	GNSS定位状态	0 = 定位不可用或无效 1 = 单点定位 2 = 差分定位 3 = GPS PPS 模式 4 = RTK固定解 5 = RTK浮点解 6 = 惯导模式 7 = 手动输入模式 8 = 模拟器模式
54	Uint8	姿态有效位	Bit0:1 表示姿态有效，表示横滚俯仰有效，航向角已赋值；0 无效。 Bit7-1:组合导航计数(0-127)。
55	Uint8	IMU状态字	Bit0:1 表示GNSS数据有效，0无效; Bit1:1 表示PPS信号有效，0无效; Bit2:1 表示初始化有效，表示横滚俯仰有效，航向角已赋值； 0无效; Bit4-3:11表示GNSS板卡初始化成功; Bit7-5:为0保留。
56	Uint8	IMU工作状态	表示IMU工作状态: 1:对准 2:陀螺零位标定 7:纯惯性导航状态 9:与GNSS组合导航
57	Uint32	CRC_CEHCK(32位数据低字节)	CRC校验
58		CRC_CEHCK(32位数据中低字节)	
59		CRC_CEHCK(32位数据中高字节)	
60		RC_CEHCK(32位数据高字节)	

注1:数据以小端格式传输，低字节在前，高字节在后;

注 2:crc32 的初值为 1，CRC 计算不包括本身的本帧所有数据，查表计算法见文档末尾;

注3:组合导航计数,反映的是IMU工作状态由7(纯惯性导航状态)切换为9(与GNSS组合导航状态)的次数，也就是组合导航的次数，计数不更新说明未进行组合导航。

惯导数据输出格式 2:

相对位置	类型	内容	描述
0	Uint8	帧头 1:0xAA	
1	Uint8	帧头 2:0x55	
2	Uint16	帧 ID:0x0156	
4	Uint16	帧长:0x002C	
6	Uint32	GPS 周内秒(ms)	
10	Float	横滚角(度)	±180 度
14	Float	俯仰角(度)	±90 度
18	Float	航向角(度)	0-360 度
22	Float*3	三轴角速度(deg/s，前右下)	
34	Float*3	三轴加速度(g，前右下)	
46	Uint8	GNSS 定位状态	0=定位不可用或无效 1=单点定位 2=差分定位 3=GPS PPS 模式 4=RTK 固定解 5=RTK 浮点解 6=惯导模式 7=手动输入模式 8=模拟器模式
47	Uint8	姿态有效位	Bit0:1 表示姿态有效，表示横滚俯仰有效，航向角已赋值；0 无效 Bit7-1:组合导航计数(0-127)
48	uint8	IMU 状态位	Bit0:1 表示 GNSS 数据有效，0 无效。 Bit1:1 表示 PPS 信号有效，0 无效。 Bit2:1 表示初始化有效，表示横滚俯仰有效，航向角已赋值；0 无效。 Bit4-3:为 11 表示 GNSS 板卡初始化成功。 Bit7-5:为 0 保留。
49	Uint8	IMU 工作状态	表示 IMU 工作状态: 1:对准 2:陀螺零位标定 7:纯惯性导航状态 9:与 GNSS 组合导航
50	Uint32	CRC 校验	

注1:数据以小端格式传输，低字节在前，高字节在后;

注 2:crc32 的初值为 1，CRC 计算不包括本身的本帧所有数据，查表计算法见文档末尾。

注 3:组合导航计数，反映的是 IMU 工作状态由 7(纯惯性导航状态)切换为 9(与 GNSS 组合导航状态)的次数，也就是组合导航的次数，计数不更新说明未进行组合导航。

1.3 设置参数:命令模式SET

设置参数数据格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	Data1 见下表	uint32
编码	0x55	0xAA	0x0006	0x0005		crc32

设置参数响应输出数据格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	Data2 见下表	uint32
编码	0xAA	0x55	0x8006	0x0006		crc32

设置参数 Data1(5byte):

offset	名称	数据类型	描述
0	Index	Uint8	设置或读取的参数索引: 00:表示软件版本，运行平台信息；(仅读操作) 01:表示惯导输出数据格式； 02:表示惯导输出数据频率； 03:表示串口的波特率； 04:表示安装方式； 05:表示软件复位； 06:表示EEPROM保存(只支持写操作)； 07:表示X轴的臂杠长度(m) 08:表示Y轴的臂杠长度(m) 09:表示Z轴的臂杠长度(m) 0A:双天线偏航补偿角(度) 0B:GNSS导航系统设置，目前支持BDS，GPS，GLO及GAL四大全球定位系统。 0C:重力加速度量级设置，默认为9.7910564m/s^2 FF:表示设置状态，当设置状态为1时设置有效，为0时，输入设置参数无效(重新上电为0)。
1	value	Uint32/float	index对应所设置的值

参数Data1(5byte)详细说明:

index	Type	value	备注说明
01	Uint32	01 00 00 00	01 00 00 00:表示数据格式1； 02 00 00 00:表示数据格式2。
02	Uint32	0A 00 00 00	设置数据流数据输出频率，单位Hz，value常用值

			为:5 / 10 / 20 / 25 / 50 / 100 / 200; 注意:输出频率大小的设置应与串口波特率的大小及数据输出格式字节的长短相结合来考虑，更改输出频率后无掉电保存功能,须执行EEPROM保存命令。
03	Uint32	00 C2 01 00	设置串口输出波特率，value有效值为:9600 / 19200 / 38400 / 115200 / 230400 / 256000 / 460800；默认值115200bps 。 设置波特率参数后，需要重启才能生效。 不断电的设置流程:设置波特率，保存参数到EEPROM，执行软件复位。
04	Uint32	00 00 00 00	设置 惯导安装方向，value 的取值范围为 0~4: 00:水平安装(默认方向); 01:Z 轴水平顺转 90 度; 02:Z 轴水平顺转 180 度; 03:Z 轴水平顺转 270 度; 04:水平反向安装; 设置安装方向后，需要重启才能生效。 不断电的设置流程:设置安装方式，保存参数到EEPROM，执行软件复位。
05	Uint32	FF FF FF FF	软件复位
06	Uint32	FF FF FF FF	设置参数保存到EEPROM，下次上电有效。
07	float	00 00 80 3F	设置X臂杠长为1.0M
08	float	00 00 80 3F	设置Y臂杠长为1.0M
09	float	00 00 80 3F	设置Z臂杠长为1.0M
0A	float	00 00 B4 42	设置双天线偏航补偿角为+90度
0B	Uint32	03 00 00 00	GNSS导航系统设置: Bit0:为1表示BDS有效，为0表示BDS无效; Bit1:为1表示GPS有效，为0表示GPS无效; Bit2:为1表示GLO有效，为0表示GLO无效; Bit3:为1表示GAL有效，为0表示GAL无效; 0x0000003:表示设置GNSS导航系统为BDS+GPS。
0C	float	2B A8 1C 41	设置重力加速度量级为9.7910564m/s^2
FF	Uint32	01 00 00 00	表示设置状态，当设置状态为1时设置才会有效，为0时，输入设置参数无效。

注意:所有Uint32或float存储模式为小端模式。

设置参数响应 Data2(6byte):

offset	名称	数据类型	描述

0	Index	Uint8	设置或读取的参数索引: 01:表示输出数据格式; 02:表示输出数据频率; 03:表示串口的波特率; 04:表示安装方式; 05:表示软件复位; 06:表示EEPROM保存(只支持写操作); 07:表示X轴的臂杠长度(m); 08:表示Y轴的臂杠长度(m); 09:表示Z轴的臂杠长度(m); 0A:双天线偏航补偿角(度); 0B:表示GNSS导航系统设置; 0C:表示重力加速度量级; FF:表示设置状态。
1	value	Uint32	index对应所设置的值
5	ack	Uint8	0x00:表示设置OK; 0xFF:表示设置失败。

备注:设置命令之前应先对 index 0xFF 写 1 使设置有效(使能)，设置命令成功响应后设置除输出频率，数据格式会立即更改外，波特率要保存设置后重新上电。另外，更新设备后均要保存设置，否则无掉电保存功能。

例程:

设置输出频率为 5Hz:

主机发送:55 AA 06 00 05 00 FF 01 00 00 00 7A C2 E7 25

IMU 回复:AA 55 06 80 06 00 FF 01 00 00 00 00 83 9A 0D 74 使设置使能。

随后主机发送:55 AA 06 00 05 00 02 05 00 00 00 C1 C1 21 1A

IMU 回复:AA 55 06 80 06 00 02 05 00 00 00 00 84 36 81 28 设置输出频率为 5Hz，立即生效。

保存设置:55 AA 06 00 05 00 06 FF FF FF FF D0 B7 C4 06

IMU 回复:AA 55 06 80 06 00 06 FF FF FF FF 00 00 F3 2D 42 保存设置,下次重新上电后为 5Hz。

设置波特率为 9600bps:

主机发送:55 AA 06 00 05 00 FF 01 00 00 00 7A C2 E7 25

IMU 回复:AA 55 06 80 06 00 FF 01 00 00 00 00 83 9A 0D 74 使设置使能。

随后主机发送:55 AA 06 00 05 00 03 80 25 00 00 73 2A 40 C3

IMU 回复:AA 55 06 80 06 00 03 80 25 00 00 00 CF 85 37 0D 设置波特率为 9600bps。

保存设置:55 AA 06 00 05 00 06 FF FF FF FF D0 B7 C4 06

IMU 回复:AA 55 06 80 06 00 06 FF FF FF FF 00 00 F3 2D 42 保存设置。

软件复位重启:55 AA 06 00 05 00 05 FF FF FF FF 00 CD 64 41

IMU 回复: AA 55 06 80 06 00 05 FF FF FF FF 00 AE 81 B9 C4 IMU 随后复位重启。

1.4 参数读取 GET 指令

注意: 读取参数指令读的是保存在内部EEPROM中的参数配置，设置参数后未执行保存指令，读取的是EEPROM中的参数。

串口输入命令格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	index	uint32
编码	0x55	0xAA	0x0007	0x0001		crc32

串口响应命令格式

	帧头	帧头	ID	length	payload	帧尾
数据类型	uint8	uint8	uint16	uint16	Data3	uint32
编码	0x55	0xAA	0x8007	0x0005		crc32

参数index说明:

offset	名称	数据类型	描述
0	Index	Uint8	设置或读取的参数索引: 00: 表示软件/硬件版本等系统信息；(只支持读操作) 01:表示输出数据格式； 02:表示输出数据频率； 03:表示串口的波特率； 04:表示安装方式； 05:表示软件复位；(只支持写操作) 06:表示EEPROM保存(只支持写操作)； 07:表示X轴的臂杠长度(m) 08:表示Y轴的臂杠长度(m) 09:表示Z轴的臂杠长度(m) 0A:双天线偏航补偿角(度) 0B:表示GNSS导航系统设置 0C:表示重力加速度量级 FF: 表示设置状态

参数Data3(5byte)详细说明:

index	Type	value	备注说明
00	Uint32	02 01 03 02	软件版本:V01.02 硬件版本:V02.03
01	Uint32	01 00 00 00	01 00 00 00: 表示数据格式1: 02 00 00 00:表示数据格式2:
02	Uint32	0A 00 00 00	设置数据流数据输出频率，单位Hz，value的常用值为:5，10，20，25，50，100，200 注意:输出频率大小的设置应与串口波特率

			的大小及数据输出格式字节的长短相结合来考虑。
03	Uint32	00 C2 01 00	设置串口输出波特率，单位 bps，value的有效值为:9600，19200，38400，115200，230400，256000，460800 。 设置波特率参数后，需要重启才能生效。 不断电的设置流程:设置波特率，保存参数到 EEPROM，执行软件复位。
04	Uint32	00 00 00 00	设置惯导坐标系朝向，value 的取值范围为0~4，具体坐标系朝向对应关系: 00:水平安装(默认方向); 01:Z轴顺转90度; 02:Z轴顺转180度; 03:Z轴顺转270度; 04:水平反向安装;
07	float	00 00 80 3F	X臂杠长为1.0M
08	float	00 00 80 3F	Y臂杠长为1.0M
09	float	00 00 80 3F	Z臂杠长为1.0M
0B	float	03 00 00 00	设置GNSS导航系统为BDS+GPS
0C	float	2B A8 1C 41	设置重力加速度量级为9.7910564m/s^2
FF		01 00 00 00	00:表示设置状态无效 01:表示设置状态有效

2. CRC查表法计算

建议直接参考示例代码。

注 1:数据以小端格式传输，低字节在前，高字节在后

注 2:crc32 的初值为 1，CRC 计算不包括本身的本帧所有数据 static const uint32_t crc32_tab [] = {

0x00000000， 0x77073096， 0xee0e612c， 0x990951ba， 0x076dc419， 0x706af48f，

0xe963a535，0x9e6495a3，0x0edb8832，0x79dcb8a4，0xe0d5e91e，0x97d2d988，

0x09b64c2b，	0x7eb17cbd，	0xe7b82d07，	0x90bf1d91，	0x1db71064，
0x6ab020f2，				
0xf3b97148，	0x84be41de，	0x1adad47d，	0x6ddde4eb，	0xf4d4b551，
0x83d385c7，				
0x136c9856，	0x646ba8c0，	0xfd62f97a，	0x8a65c9ec，	0x14015c4f，
0x63066cd9，				
0xfa0f3d63，	0x8d080df5，	0x3b6e20c8，	0x4c69105e，	0xd56041e4，
0xa2677172，				
0x3c03e4d1，	0x4b04d447，	0xd20d85fd，	0xa50ab56b，	0x35b5a8fa，

0x42b2986c,				
0xdbbbc9d6,	0xacbcf940,	0x32d86ce3,	0x45df5c75,	0xdcd60dcf,
0xabd13d59,				
0x26d930ac,	0x51de003a,	0xc8d75180,	0xbfd06116,	0x21b4f4b5,
0x56b3c423,				
0xcfba9599,	0xb8bda50f,	0x2802b89e,	0x5f058808,	0xc60cd9b2,
0xb10be924,				
0x2f6f7c87,	0x58684c11,	0xc1611dab,	0xb6662d3d,	0x76dc4190,
0x01db7106,				
0x98d220bc,	0xefd5102a,	0x71b18589,	0x06b6b51f,	0x9fbfe4a5,
0xe8b8d433,				
0x7807c9a2,	0x0f00f934,	0x9609a88e,	0xe10e9818,	0x7f6a0dbb,
0x086d3d2d,				
0x91646c97,	0xe6635c01,	0x6b6b51f4,	0x1c6c6162,	0x856530d8,
0xf262004e,				
0x6c0695ed,	0x1b01a57b,	0x8208f4c1,	0xf50fc457,	0x65b0d9c6,
0x12b7e950,				
0x8bbeb8ea,	0xfcb9887c,	0x62dd1ddf,	0x15da2d49,	0x8cd37cf3,
0xfbd44c65,				
0x4db26158,	0x3ab551ce,	0xa3bc0074,	0xd4bb30e2,	0x4adfa541,
0x3dd895d7,				
0xa4d1c46d,	0xd3d6f4fb,	0x4369e96a,	0x346ed9fc,	0xad678846,
0xda60b8d0,				
0x44042d73,	0x33031de5,	0xaa0a4c5f,	0xdd0d7cc9,	0x5005713c,
0x270241aa,				
0xbe0b1010,	0xc90c2086,	0x5768b525,	0x206f85b3,	0xb966d409,
0xce61e49f,				
0x5edef90e,	0x29d9c998,	0xb0d09822,	0xc7d7a8b4,	0x59b33d17,
0x2eb40d81,				
0xb7bd5c3b,	0xc0ba6cad,	0xedb88320,	0x9abfb3b6,	0x03b6e20c,
0x74b1d29a,				
0xead54739,	0x9dd277af,	0x04db2615,	0x73dc1683,	0xe3630b12,
0x94643b84,				
0x0d6d6a3e,	0x7a6a5aa8,	0xe40ecf0b,	0x9309ff9d,	0x0a00ae27,
0x7d079eb1,				
0xf00f9344,	0x8708a3d2,	0x1e01f268,	0x6906c2fe,	0xf762575d,
0x806567cb,				
0x196c3671,	0x6e6b06e7,	0xfed41b76,	0x89d32be0,	0x10da7a5a,

0x67dd4acc,				
0xf9b9df6f,	0x8ebeeff9,	0x17b7be43,	0x60b08ed5,	0xd6d6a3e8,
0xa1d1937e,				
0x38d8c2c4,	0x4fdff252,	0xd1bb67f1,	0xa6bc5767,	0x3fb506dd,
0x48b2364b,				
0xd80d2bda,	0xaf0a1b4c,	0x36034af6,	0x41047a60,	0xdf60efc3,
0xa867df55,				
0x316e8eef,	0x4669be79,	0xcb61b38c,	0xbc66831a,	0x256fd2a0,
0x5268e236,				
0xcc0c7795,	0xbb0b4703,	0x220216b9,	0x5505262f,	0xc5ba3bbe,
0xb2bd0b28,				
0x2bb45a92,	0x5cb36a04,	0xc2d7ffa7,	0xb5d0cf31,	0x2cd99e8b,
0x5bdeae1d,				
0x9b64c2b0,	0xec63f226,	0x756aa39c,	0x026d930a,	0x9c0906a9,
0xeb0e363f,				
0x72076785,	0x05005713,	0x95bf4a82,	0xe2b87a14,	0x7bb12bae,
0x0cb61b38,				
0x92d28e9b,	0xe5d5be0d,	0x7cdcefb7,	0x0bdbdf21,	0x86d3d2d4,
0xf1d4e242,				
0x68ddb3f8,	0x1fda836e,	0x81be16cd,	0xf6b9265b,	0x6fb077e1,
0x18b74777,				
0x88085ae6,	0xff0f6a70,	0x66063bca,	0x11010b5c,	0x8f659eff,
0xf862ae69,				
0x616bffd3,	0x166ccf45,	0xa00ae278,	0xd70dd2ee,	0x4e048354,
0x3903b3c2,				
0xa7672661,	0xd06016f7,	0x4969474d,	0x3e6e77db,	0xaed16a4a,
0xd9d65adc,				
0x40df0b66,	0x37d83bf0,	0xa9bcae53,	0xdebb9ec5,	0x47b2cf7f,
0x30b5ffe9,				
0xbdbdf21c,	0xcabac28a,	0x53b39330,	0x24b4a3a6,	0xbad03605,
0xcdd70693,				
0x54de5729,	0x23d967bf,	0xb3667a2e,	0xc4614ab8,	0x5d681b02,
0x2a6f2b94,				

0xb40bbe37, 0xc30c8ea1, 0x5a05df1b, 0x2d02ef8d, }

uint32_t crc_crc32 (uint32_t crc, const uint8_t *buf, uint32_t size) { for (uint32_t i=0; i<size ; i++) {

crc = crc32_tab [(crc ^ buf [i]) & 0xff] ^ (crc >> 8) ; }
return crc; }

CAN 通信协议

1. CAN 通信参数:
   A. 扩展数据帧
   B. 波特率:100K~1000Kbps(默认 500K)， 更新速率:1~200Hz(默认 50Hz)
   C. 数据帧数，共 6 帧
   D. 下文中所有的 Offset 均为数据存储位置偏移量，DBC 中的 Offset 均为 0.
   E. 输出数据均为小端在前的 intel 格式。
2. 数据帧格式

PDO ID=0x18FF000X + Node ID*256， X= 1~6 表示数据类型，以下 Node ID 为 0x05.

A. ID(0x18FF0501):， DLC=8，GPS 周秒时间及 IMU 状态字

Offset (byte)	Length (byte)	Type	Units	Factor	Description
0	2	Uint16	Week	1	GPS Week
2	4	Uint32	Ms	1	GPS Millisecond
6	1	Uint8	状态位	1	低 4 位: 0 = 定位不可用或无效 1 = 单点定位 2 = 差分定位 3 = GPS PPS 模式 4 = RTK 固定解 5 = RTK 浮点解 6 = 惯导模式 7 = 手动输入模式 8 = 模拟器模式高 4 位 表示IMU工作状态: 1:对准 2:陀螺零位标定 7:纯惯性导航状态 9:与 GNSS 组合导航
7	1	Uint8	状态位	1	Bit0:1 表示 GNSS 数据有效，0 无效。 Bit1:1 表示 PPS 信号有效，0 无效。 Bit2:1 表示初始化有效，表示横滚俯仰有效，航向角已赋值；0 无效。

					Bit4-3:为 11 表示 GNSS 板卡初始化成功 Bit7-5: 0:表示姿态无效。 1:表示姿态有效，表示横滚俯仰有效，航向角已赋值。

B. ID(0x18FF0502)，DLC=8， 姿态，航向、俯仰、横滚，及导航卫星数

Offset(byte)	Length(byte)	Type	Units	Factor	Description
0	2	Uint16	Degrees	1e-2	航向
2	2	Int16	Degrees	1e-2	俯仰
4	2	Int16	Degrees	1e-2	横滚
6	1	Uint8	-	1	导航卫星数
7	1	Uint8	次	1	组合导杭计数

注: 组合导航计数，反映的是IMU工作状态由7(纯惯性导航状态)切换为9(与GNSS组合导航)的次数，也就是组合导航的次数，计数不更新说明未进行组合导航。

C. ID(0x18FF0503)，DLC=8， 纬经度

Offset(byte)	Length(byte)	Type	Units	Factor	Description
0	4	Int32	Degrees	1e-7	Lat
4	4	Int32	Degrees	1e-7	Lon

D. ID(0x18FF0504)，DLC=8， 高度与北东地速度

Offset(byte)	Length(byte)	Type	Units	Factor	Description
0	2	Int16	m	0.5	Alt
2	2	Int16	m/s	1e-2	North Velocity
4	2	Int16	m/s	1e-2	East Velocity
6	2	Int16	m/s	1e-2	Down Velocity

E. ID(0x18FF0505)，DLC=8， 陀螺角速度与双天线航向角

Offset(byte)	Length(byte)	Type	Units	Factor	Description
0	2	Int16	°/S	1e-2	Gyro X
2	2	Int16	°/S	1e-2	Gyro Y
4	2	Int16	°/S	1e-2	Gyro Z
6	2	Int16	°/S	1e-2	Heading

F. ID(0x18FF0506)，DLC=8， 加速度，温度与双天线航向角解类型

Offset(byte)	Length(byte)	Type	Units	Factor	Description
0	2	Int16	g	1e-3	Acc X
2	2	Int16	g	1e-3	Acc Y
4	2	Int16	g	1e-3	Acc Z
6	1	Uint8	°C	减-80	Tc 温度
7	1	Uint8	-	1	双天线航向角解类型

3. 通信设置

1) 修改节点号(节点范围:0x01-0x7F)，默认节点号为 0x05，设置完后重新上电或软件复位重启有效。

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	Node_ID	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	Node_ID	0x00	0x00	0x00

注:如控制器发送 CAN-ID=0x600+0x05，发送数据:40 10 10 00 10 00 00 00

传感器返回 CAN-ID=0x580+0x05,返回数据:40 10 10 00 10 00 00 00 重新上电之后接收到帧 ID 为 0x590(0x580+0x10)，表示帧 ID 修改成功。

2) 设置 CAN 波特率(设置后重新上电或软件复位重启有效)

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x20	0x10	0x00	Baud	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x20	0x10	0x00	Baud	0x00	0x00	0x00

注:第五字节(Baud)为 0x00、0x01、0x02、0x03、0x04。

其中 0x00 代表设置波特率 1000K bps，0x01 代表设置波特率 500K bps，

0x02 代表设置波特率 250K bps，0x03 代表设置波特率 125K bps，

0x04 代表设置波特率 100K bps；

默认波特率为 125K bps，发送此命令并收到返回的数据后，传感器需重新上电，波特率修改才能成功。

3) 设置自动输出周期时间(出厂默认输出周期 20mS，重新上电或软件复位重启有效)

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x22	0x00	0x22	0x00	T_L	T_H	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x22	0x00	0x22	0x00	T_L	T_H	0x00	0x00

第五个与第六个字节代表时间，第五个字节为低字节，第六字节为高字节，时间范围 5ms~1000ms；

例如:10ms TIME_L=0x0A，TIME_H=0x00，

100ms TIME_L=0x64，TIME_H=0x00，

1000ms TIME_L=0xE8，TIME_H=0x03，

可设置范围 5ms～1000ms，出厂默认值为 20ms。

4) 设置臂杠长度(默认为 0，设置完后重新上电或软件复位重启有效)

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x31	index	0x00	Ft32	Ft32	Ft32	Ft32

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x31	index	0x00	Ft32	Ft32	Ft32	Ft32

解释:

第三字节 Index=0x00~0x02 分别表示 Lever_X， Lever_Y 和 Lever_Z 臂杠长度；

第四字节为 0x00 表示设置命令；

第五到八字节臂杠长度，浮点数 ft32 小端模式存储；

例如:发送 40 31 00 00 00 00 80 3F

回复 40 31 00 00 00 00 80 3F

设置 Lever_X 为 1.0M。

5) 读取臂杠长度

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x31	index	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x31	index	0x01	Ft32	Ft32	Ft32	Ft32

解释:

第三字节 Index=0x00~0x02 分别表示 Lever_X， Lever_Y 和 Lever_Z 臂杠长度；

第四字节为 0x01 表示读取命令；

第五到八字节臂杠长度，浮点数 ft32 小端模式存储；

例如:发送 40 31 01 01 00 00 00 00

回复 40 31 01 01 00 00 80 3F

当前 Lever_Y 为 1.0M。

6) 设置安装测量方向(默认为 0 水平安装，设置完后重新上电或软件复位重启有效)

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x31	0x03	0x00	fix	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x31	0x03	0x00	fix	0x00	0x00	0x00

解释:fix 为以下安装方向;

00:水平安装(默认方向);

01:Z轴顺转90度;

02:Z轴顺转180度;

03:Z轴顺转270度;

04:水平反向安装;

例如:发送 40 31 03 00 01 00 00 00

回复 40 31 03 00 01 00 00 00

设置安装方向为 Z 轴顺转 90 度。

7) 读取安装测量方向

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x31	0x03	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x31	0x03	0x01	fix	0x00	0x00	0x00

解释:发送 40 31 03 01 00 00 00 00

回复 40 31 03 01 01 00 00 00

当前安装方向为 Z 轴顺转 90 度。

8) 设置双天线偏航补偿角

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x31	0x04	0x00	Ft32	Ft32	Ft32	Ft32

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x31	0x04	0x00	Ft32	Ft32	Ft32	Ft32

解释:双天线偏航补偿角大小为+/-180 度，若双天线的轴线与 X 正向偏东为正值，偏西为负值;

例如:发送 40 31 04 00 00 00 B4 42

回复 40 31 04 00 00 00 B4 42

设置双天线偏航补偿角大小为+90 度。

9) 读取双天线偏航补偿角

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x31	0x04	0x01	0x00	0x00	0x00	0x00

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x31	0x04	0x01	Ft32	Ft32	Ft32	Ft32

解释:发送 40 31 04 01 00 00 00 00

回复 40 31 04 01 00 00 B4 42

当前双天线偏航补偿角大小为+90 度。

10) 软件复位重启

请求报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000600+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	0x88	0x88	0x88	0x88

应答报文格式

CAN-ID	第一字节	第二字节	第三字节	第四字节	第五字节	第六字节	第七字节	第八字节
0x00000580+0x05	0x40	0x10	0x10	0x00	0x88	0x88	0x88	0x88

例如:发送 40 10 10 00 88 88 88 88

回复 40 10 10 00 88 88 88 88

IMU 随后复位重启。