



GNSS800 IMU 组合惯导系统

产品说明书

V1.0-20251120

技术亮点

- ❖ 陀螺仪零偏不稳定性 $1.2^{\circ}/h$;
- ❖ 加速度计零偏不稳定性 $0.025mg$;
- ❖ 实时解算并输出载体的三轴姿态、
真北夹角、位置信息、速度及 IMU
原始数据;
- ❖ 结构紧凑，简便安装。



产品介绍

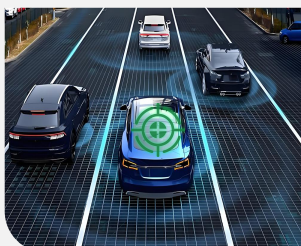
GNS800 是瑞惯科技研制的一款高精度双天线 GNSS/INS 组合导航系统。该产品融合双天线定向技术与惯性测量单元 (IMU)，通过全温区精密标定，保障在复杂工况下的性能一致性。系统内置嵌入式导航计算机，运用多源数据卡尔曼滤波融合算法，可实时解算并输出载体的三维姿态、真北方位角、位置信息、速度及 IMU 原始数据。产品结构紧凑，采用金属外壳封装，安装简便，具备优异的稳定性和可靠性。

应用范围

本系统采用多源数据融合技术，具备高精度、高可靠性和强环境适应性，广泛应用于智能交通、工业自动化、海洋探测、航空测绘及无人系统控制等领域，为各领域提供专业的导航与测控解决方案；核心应用场景如下：

- ❖ 雷达天线伺服测控
- ❖ 车载导航和测控系统
- ❖ 高速列车测控系统
- ❖ 工业园区无人车
- ❖ 船舶和海洋工程
- ❖ 海洋与水下测绘
- ❖ 飞行控制系统 (无人机/通航飞机)

车载导航和测控系统



船舶和海洋工程



水下机器人定位导航



雷达天线伺服测控



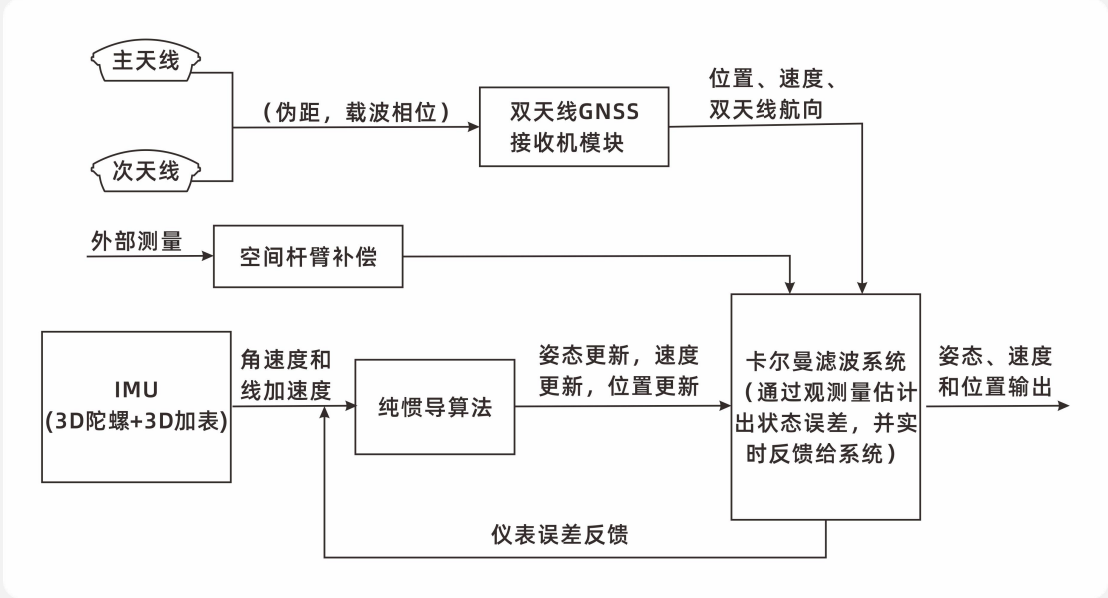
性能参数

GNSS 指标					
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			
惯导指标					
陀螺量程		±300°/s			
陀螺零偏不稳定性(Allan)		1.2 deg/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
其他					
供电电压		9-36VDC			
工作电流		280mA~350mA@12VDC			
接口		1×RS422、2×GNSS天线接口、1×电源接口、12Pin航插			
产品清单					
主机	1 台	尺寸：L120×W120×H55mm 重量：≤900g			
主机连接线	1 根	线长：约 1 米 重量：≤170g			
卫星天线	2 个	尺寸：Ø152×H175mm 重量：≤1050g			
天线连接线	2 根	线长：约 10 米 重量：≤425g			
USB 串口转换器	1 根	线长：约 1m 重量≤70g			

*出厂合格测试指标

1. $\pm 100^\circ/\text{s}$ 内要求对称性和非线性均<200ppm, 测试角速率 0, ± 0.1 , ± 0.2 , ± 0.5 , ± 1 , ± 2 , $\pm 5 \pm n \times 5$, $n = 1, 2, 3 \dots$
2. 分别考核 $\pm 1\text{g}$ 内和全量程

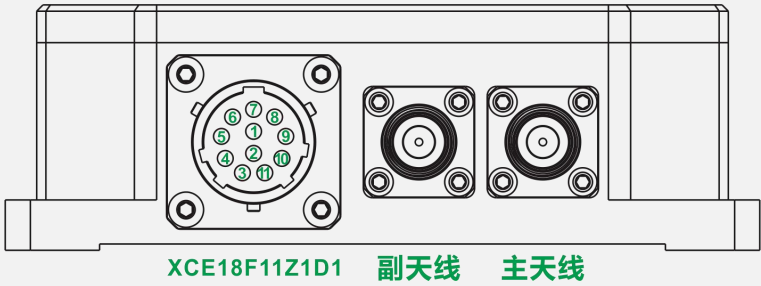
系统功能框图



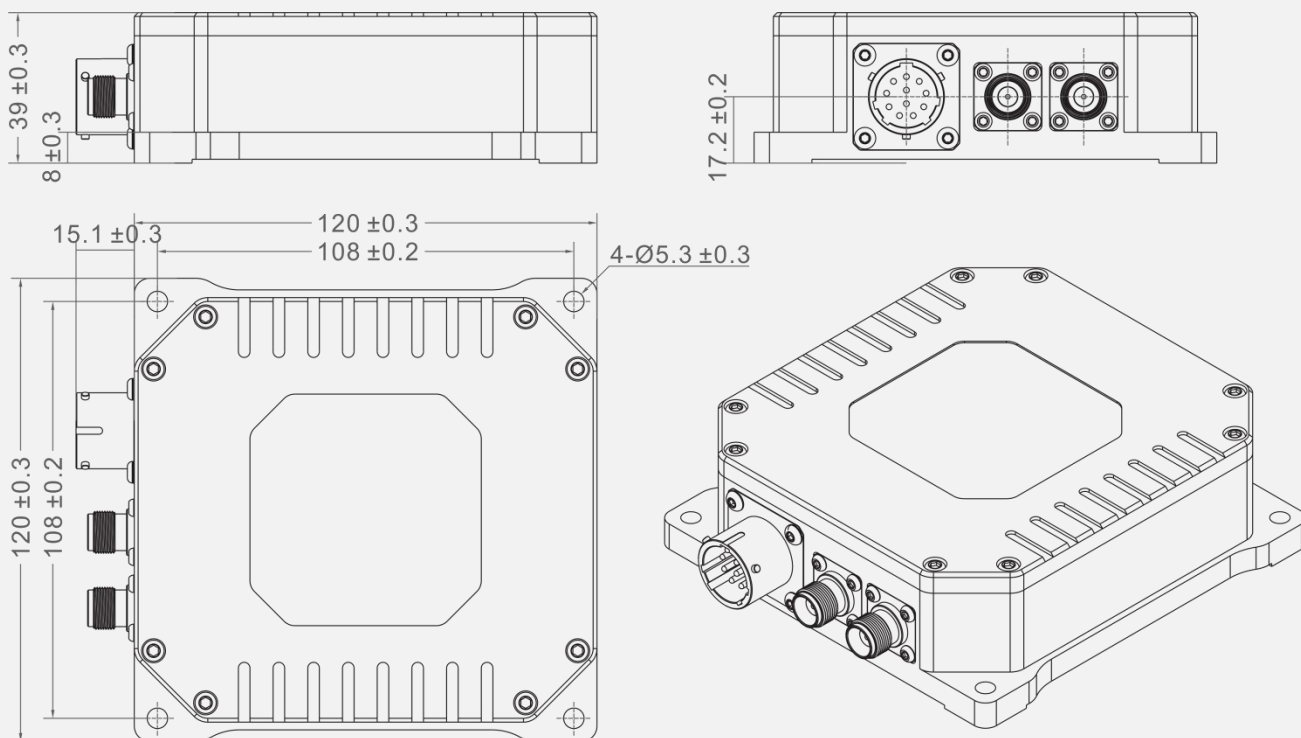
接口定义

针脚/线色	针脚定义	描述
1	VCC9~36V	电源正极
2	GND	电源负极
3	RXD+	RS422 通信
4	RXD-	RS422 通信
5	TXD+	RS422 通信
6	TXD-	RS422 通信
7	RS232_RXD	RTK 通信 (保留)
8	RS232_TXD	RTK 通信 (保留)
9	NC	空
10	NC	空
11	NC	空

备注：RS232_RXD,RS232_TXD 为 GNSS 板卡 RTK 差分数据接入端。



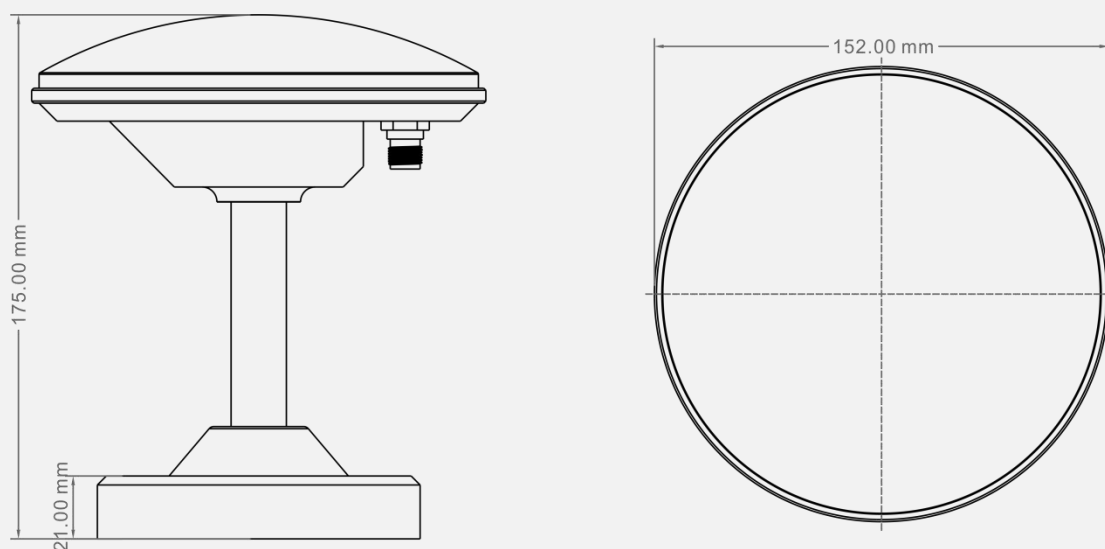
产品尺寸



外壳尺寸: L135×W120×H39mm

建议螺丝: 4 颗 M5 螺丝

天线尺寸



外壳尺寸: $\varnothing 152 \times H175$ mm

安装方式: 底部强磁吸附安装

安装使用说明

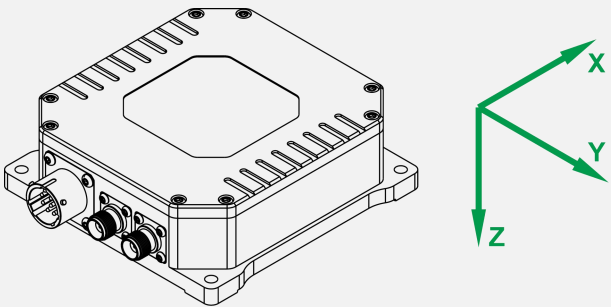
电源 9~36V，纹波 (Vpp) <50mV，电流最大输出为 4A，若电源噪声较大，供电线路较长，请使用滤波器或外置稳压器。

- 1. GNS800 应用 M5 螺丝固定在载体上，操作过程中的松动会影响测量精度。
- 2. 尽量安装在载体重心或靠近重心的位置。
- 3. 尽量避免剧烈震动、温度突变（如安装在发动机旁），必要时使用减震器。
- 4. 尽量对准 GNS800 坐标轴与载体坐标轴。
- 5. 天线安装注意：主天线在后，次天线在前，之间相隔 1.5-2.0 米成直线。

安装轴向

GNS800 沿用 NED 坐标系，右手系。

按照 Z-Y-X 的旋转顺序，当 X 轴正方向指向载体前方时，依次绕 Z 轴转过的角度为航向角，绕 Y 轴转过的角度为俯仰角，绕 X 轴转过的角度为横滚角。



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：

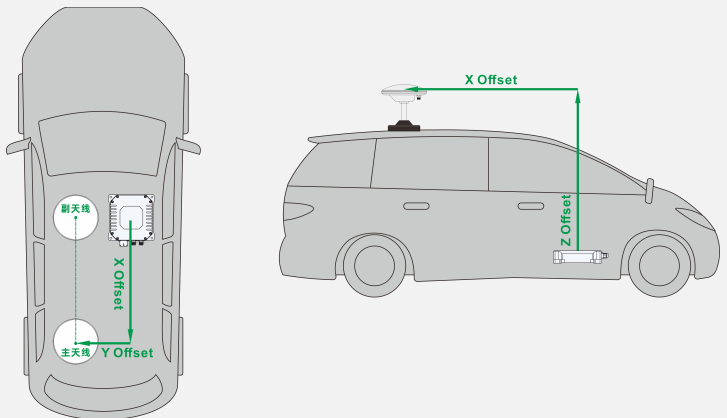
X 轴（前向）：天线位于 IMU 前方时取正值；
Y 轴（右向）：天线位于 IMU 右侧时取正值；
Z 轴（地向下）：天线高于 IMU 安装基准面时取负值。

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（地向下分量为负）



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。

✔ 双天线偏航补偿角配置说明

GNSS 双天线偏航补偿角配置说明

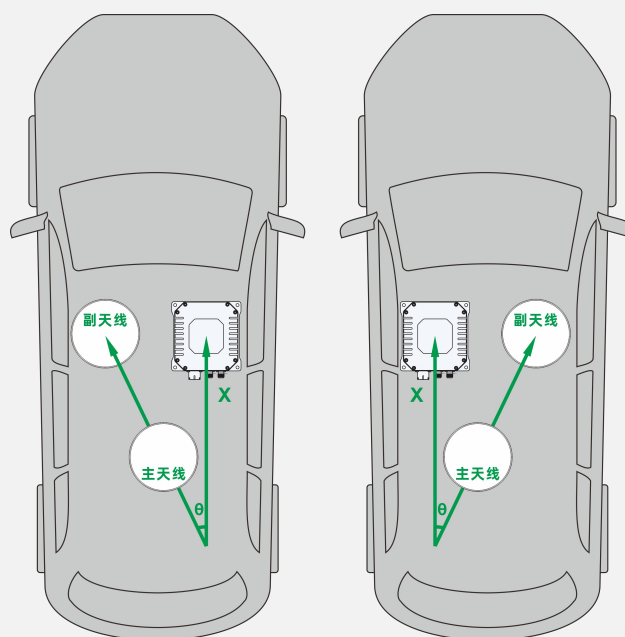
GNSS 双天线的航向角指的是地理北，即主天线安装位置中心点指向副天线安装位置中心点矢量方向与地理北的夹角，北偏东为正，北偏西为负。当双天线的安装轴线方向与 IMU X 轴线方向存在一定夹角时，此时会引起 IMU 航向角的误差，必须进行航向角的偏差进行补偿。如以下图所示：当双天线偏航补偿角 θ 在 IMU X 轴正方向的北偏西方位时，双天线偏航补偿角 θ 符号为负，当双天线偏航补偿角 θ 在 IMU X 轴正方向的北偏东方位时，双天线偏航补偿角 θ 符号为正。偏航补偿角 θ 的大小可用量角器等辅助量具测得。

GNSS 导航系统配置说明：

INS221 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，设置好臂杆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 3-5 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. 通信帧格式

1.1 通讯帧格式

域	字节数	说明	值
帧同步字节	1	Sync.byte	0xFF
帧开始字节	1	Start of byte	0x02
CMD 命令域	1	Command	-
LEN 长度	2	Length of the DATA	-
DATA 数据域	0 to 504	DATA	-
CRC	2	CRC	-
帧结束字节	1	End of Tx byte	0x03

Notes:

A. LEN 数据长度域包括数据域(DATA)的字节数, MSB 在前, LSB 在后, 长度为 0 表示没有数据域, 最长数据域长度为 504 字节, 最长帧字节为 512 个字节。

B. CRC 的计算从 CMD 命令域开始, 包括长度域及数据域, MSB 在前, LSB 在后, 按以下函数计算 CRC:

```
uint16 calcCRC(const uint8 *pBuffer, uint16 bufferSize)
{
    uint16 poly = 0x8408;
    uint16 crc = 0;
    uint8 carry;
    uint8 i_bits;
    uint16 j;

    for (j=0; j<bufferSize; j++)
    {
        crc = crc ^ pBuffer[j];
        for (i_bits=0; i_bits<8; i_bits++)
        {
            carry = crc & 1;
            crc = crc /2;
            if (carry)
            {
                crc = crc^poly;
            }
        }
    }
    return crc;
}
```

1.2 数据格式及端模式

设备的数据输出为小端模式(如整型, 浮点型, 都是低字节在前, 高字节在后)。

1.3 串口默认

串口默认波特率为 115200 bps, 1 位起始位, 1 stop 位, 无校验。

1.4 默认为连续数据项输出

2. 通信模式

设备有两种通信模式：连续自动输出模式（按一定的频率输出数据）和问答式。在连续模式下也可进行正常模式（问答式）操作。

2.1 问答式

采用一问一答模式，用户向设备发送询问或设置指令，设备对询问或设置指令进行一对一的回复。设备对询问的指令回复有两种格式：应答（CMD=ASK）和回复（CMD = RET），具体可参考命令清单。

2.1.1 应答

应答帧格式如下：

域	字节数	值
帧同步字节	1	0xFF
帧开始字节	1	0x02
CMD 命令域	1	IMU_ACK(0x01)
LEN(MSB)	1	0x00
LEN(LSB)	1	0x01
DATA 数据域	1	ERROR CODE
CRC(MSB)	1	0xFF
CRC(LSB)	1	0xFF
帧结束字节	1	0x03

应答作为命令的回复，由错误代码反映指令的执行情况，有以下应答的错误代码（ERROR CODE）决定设备对询问指令的响应，以下为错误代码的列表：

IMU_Error Code	Value	Description
IMU_NO_ERROR	0x00	命令已正确执行
IMU_ERROR	0x01	命令没有正确执行
IMU_INVALID_FRAME	0x04	无效的命令
IMU_INVALID_PARAMETER	0x09	无效的参数

备注：错误代码组成了帧的数据域(DATA)。

2.1.2 回复

回复是对用户指令产生的一对一的响应，不同的询问指令回复的 CMD 及数据域不同，请参考具体的命令清单。

3. 输出数据说明

3.1 输出数据项

GNS800 使用使能对应数据项的方式来设置输出的数据项，用户可使能或去能以下数据项输出：

有效 mask	描述	顺序	支持	Mask 值
IMU_OUTPUT_QUATERNION	姿态角的四元素	1	暂不支持	0x00000001
IMU_OUTPUT_EULER	姿态角	2	支持	0x00000002
IMU_OUTPUT_MATRIX	姿态旋转矩阵	3	暂不支持	0x00000004
IMU_OUTPUT_GYROSCOPES	标定后三轴角速率	4	支持	0x00000008
IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS	标定后三轴加速度	5	支持	0x00000010

IMU_OUTPUT_MAGNETOMETERS	标定后的三轴磁场	6	暂不支持	0x00000020
IMU_OUTPUT_TEMPERATURES	标定后的温度	7	支持	0x00000040
IMU_OUTPUT_GYROSCOPES_RAW	陀螺原始值	8	暂不支持	0x00000080
IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS_RAW	加速度原始值	9	暂不支持	0x00000100
IMU_OUTPUT_MAGNETOMETERS_RAW	磁场原始值	10	暂不支持	0x00000200
IMU_OUTPUT_TEMPERATURES_RAW	温度原始值	11	暂不支持	0x00000400
IMU_OUTPUT_TIME_SINCE_RESET	复位后的时间	12	支持	0x00000800
IMU_OUTPUT_DEVICE_STATUS	设备状态	13	暂不支持	0x00001000
IMU_OUTPUT_GPS_POSITION	GPS 原始位置	14	暂不支持	0x00002000
IMU_OUTPUT_GPS_NAVIGATION	GPS 原始速度, 航向	15	暂不支持	0x00004000
IMU_OUTPUT_GPS_ACCURACY	GPS 原始水平, 垂直, 航向精度	16	暂不支持	0x00008000
IMU_OUTPUT_GPS_INFO	GPS 状态 (有效, 星数等)	17	支持	0x00010000
IMU_OUTPUT_BARO_ALTITUDE	气压高度参考用户定义值	18	暂不支持	0x00020000
IMU_OUTPUT_BARO_PRESSURE	绝对气压(帕斯卡)	19	暂不支持	0x00040000
IMU_OUTPUT_POSITION	卡尔曼滤波后的 3D 位置	20	支持	0x00080000
IMU_OUTPUT_VELOCITY	卡尔曼滤波后的 3D 速度	21	支持	0x00100000
IMU_OUTPUT_ATTITUDE_ACCURACY	卡尔曼滤波的姿态精度	22	暂不支持	0x00200000
IMU_OUTPUT_NAV_ACCURACY	卡尔曼滤波的位置与速度精度	23	暂不支持	0x00400000
IMU_OUTPUT_GYRO_TEMPERATURES	标定后内部陀螺传感器温度	24	暂不支持	0x00800000
IMU_OUTPUT_GYRO_TEMPERATURES_RAW	内部陀螺传感器原始温度	25	暂不支持	0x01000000
IMU_OUTPUT_UTC_TIME_REFERENCE	UTC 时间	26	支持	0x02000000
IMU_OUTPUT_MAG_CALIB_DATA	校准过的磁力计	27	暂不支持	0x04000000
IMU_OUTPUT_GPS_TRUE_HEADING	GPS 原始真航向	28	支持	0x08000000
IMU_OUTPUT_ODO_VELOCITY	里程表原始速度	29	暂不支持	0x10000000
IMU_OUTPUT_DELTA_ANGLES	增量角输出	30	暂不支持	0x20000000
IMU_OUTPUT_HEAVE	启用升沉输出	31	暂不支持	0x40000000

3.1.1 姿态输出

IMU_OUT_EULER

姿态角包括 Roll, Pitch 和 Yaw, 用 real32(float) 表示, 12 个字节, 单位是 radians(弧度).

存储格式:

Roll	Pitch	Yaw
------	-------	-----

3.1.2 标定后的传感器输出

IMU_OUTPUT_GYROSCOPES

标定后的三轴陀螺角速率 Gx, Gy 和 Gz, 用 real32(float)表示, 12 个字节, 单位是 $\text{rad}\cdot\text{S}^{-1}$ (弧度/秒)。

存储格式:

Gx	Gy	Gz
----	----	----

IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS

标定后的三轴加速度 Ax, Ay 和 Az, 用 real32(float)表示, 12 个字节, 单位是 $m.S^{-2}$ 。

存储格式:

Gx	Gy	Gz
----	----	----

IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS

标定后的三轴加速度 Ax, Ay 和 Az, 用 real32(float)表示, 12 个字节, 单位是 $m.S^{-2}$ 。

存储格式:

Ax	Ay	Az
----	----	----

IMU_OUTPUT_TEMPERATURES

加速度或陀螺内置温度传感器和温度传感器测得的温度, 用 real32(float)表示, 8 个字节, 单位是 $^{\circ}C$ 。

存储格式:

T0	T1
----	----

3.1.3 复位后时间输出

IMU_OUTPUT_TIME_SINCE_RESET

这个时间输出代表 IMU 复位之后到现在的时间, uint32 整型, 4 字节, 单位为 ms。

存储格式:

time

3.1.4 设备状态

IMU_OUTPUT_DEVICE_STATUS

这个设备状态主要包括以下基本的设备状态:

*IMU 工作状态 Work Status, uint8 整型, 1 字节;

*IMU 状态标志 Status Flags, uint8 整型, 1 字节;

*IMU 姿态有效标志 Attitude Flags, uint8 整型, 1 字节;

*IMU 组合导航计数 INS Count, uint8 整型, 1 字节;

Work Sts	Status Flags	Att Flags	INS Count
----------	--------------	-----------	-----------

设备状态	数据类型	状态说明	位标志说明
Work Sts	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: GNSS 组合导航状态
Status Flags	Uint8	IMU 状态标志	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;
Att Flags	Uint8	姿态 有效位	Bit0: 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 Bit7-1: 为0保留;

INS Count	Uint8	组合导航计数	0-255: 当GPS有效时会进行组合导航, Count计数一次。
-----------	-------	--------	-----------------------------------

3.1.5 GPS 状态信息输出

IMU_OUT_GPS_INFO

这个输出主要包括以下基本的 GPS 状态:

* GPS 周时 iTOW, uint32 整型, 4 字节, 单位 ms;

* GPS 定位信息,uint8 整型, 1 字节;

* GPS 卫星数, 用于导航的卫星数量;

存储格式:

iTOW	GPSFlags	NumSV
------	----------	-------

GPSFlags: 包括以下标志, 解释如下:

位	域	描述
7	Heading Flag	0: GNSS 双天线原始航向角不可用 1: GNSS 双天线排原始航向角可用
6	Velocity flag	0: 速度不可用 1: 速度可用
5	POS flag	0: 位置不可用 1: 位置可用
4	Time Status	0: GPS 时间无效 1: GPS 时间有效
3	RTK Quality Indicators	0 = 定位不可用或无效 1 = 单点定位
2		2 = 差分定位 3 = GPS PPS 模式
1		4 = RTK固定解 5 = RTK浮点解
0		6 = 惯导模式 7 = 手动输入模式 8 = 模拟器模式其他

3.1.6 Kalman 滤波补偿后的导航输出

IMU_OUTPUT_POSITION

3D 位置信息 WGS84 格式: 纬经高, 用 real64(double)表示, 24 字节, 经纬单位为 degrees, 高度为 m。

存储格式:

Lat.	Longi.	Alt.
------	--------	------

IMU_OUTPUT_VELOCITY

3D 速度按 GNS800 的参考系 (北东地) 顺序输出, 用 real32(float)表示, 12 字节, 单位 $m \cdot s^{-1}$ 。

存储格式:

Vx	Vy	Vz
----	----	----

3.1.6GPS UTC 输出

IMU_OUTPUT_UTC_TIME_REFERENCE

由 GPS 模块输出, 包括以下内容:

年: 增加获得当前 UTC 年, 范围【0-65535】, 2 byte(uint16_t)

月: UTC 月, 范围【1-12】, 1 byte

日: UTC 日, 范围【1-31】, 1 byte

时: UTC 时, 范围【0-23】, 1 byte

分: UTC 分, 范围【0-60】, 1 byte

秒: UTC 秒, 范围【0-60】, 1 byte

存储格式:

年	月	日	时	分	秒
---	---	---	---	---	---

3.1.7 GPS 原始真航向输出

IMU_OUTPUT_GPS_TRUE_HEADING

GPS 原始真航向由主从双天线定向所得, real32(float)表示, 4 字节, 单位为 Deg。

存储格式:

HEADING

注意: 为确保原始真航向角的准确性, 须正确安装主从双天线的安装位置, 遵循主天线天前进方向的正后方, 从天线前进方向的正前方。

3.2 数据项输出顺序

根据数据项输出的顺序值的大小从小到大依次输出, 例如默认的输出数据项 MASK 如下:

Mask=IMU_OUTPUT_EULER|IMU_OUTPUT_GYROSCOPES|IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS|IMU_OUTPUT_TEMPERATURES|IMU_OUTPUT_TIME_SINCE_RESET|IMU_OUTPUT_GPS_INFO|IMU_OUTPUT_POSITION|IMU_OUTPUT_VELOCITY=0x0019185A;

则数据输出如下:

Name	Roll	Pitch	Yaw	Gx	Gy	Gz	Ax	Ay	Az
Size	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(bytes)	12			12			12		
T0	T1	time	iTOW	GPSFlags	numSV	Lati	Longi	Alti	
4	4	4	4	1	1	8	8	8	
8		4	6			24			

VelN	VelE	VelD
4	4	4
12		

4. GNS800 的命令清单

4.1 设置保存命令* IMU_SAVE_SETTINGS----- (0x24)

作用: 用于保存所有的设置参数到 EEPROM, 具有掉电保存功能。没有数据域, 帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x24	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR_CODE	0xFF	0xFF	0x03

备注: EEROR CODE 参考 2.1.1 内容;

示例: TX: FF 02 24 00 00 60 5A 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.2 输出设置

4.2.1 输出数据项设置 * IMU_SET_DEFAULT_OUTPUT_MASK----- (0x50)

作用: 用于设置输出的数据项 MASK(output mask(uint32)), 即输出数据。

注意: 不具备掉电保存功能, 须执行保存设置命令才有掉电保存功能。

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	5	1	1	1
0xFF	0x02	0x50	0x00	0x05	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分

DATA	
Reserved.Leave to 0(bytes)	Default output mask(uint32)
1	4

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR_CODE	0xFF	0xFF	0x03

示例: TX: FF 02 50 00 05 00 5A 18 19 0A 8D 32 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.2.2 获取输出数据项 * IMU_GET_DEFAULT_OUTPUT_MASK----- (0x51)

作用: 用于读取输出数据项 MASK(output mask(uint32)), 以方便解析。

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x51	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复: * IMU_RET_DEFAULT_OUTPUT_MASK----- (0x52)

作用: 返回 output mask;

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0x52	0x00	0x04	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA
Default output mask(uint32)
4

示例：TX: FF 02 51 00 00 D9 3F 03

RX: FF 02 52 00 04 5A 18 19 0A CF 58 03

4.2.3 输出模式设置

IMU 数据输出模式 Mode 分为应答模式（查询或一问一答模式）和自动输出模式（按一定周期输出）。

4.2.3.1 设置数据输出模式 * IMU_SET_CONTINUOUS_MODE-----(0x53)

作用：设置输出模式；

注意：不具备掉电保存功能，须执行保存设置命令才有掉电保存功能。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	3	1	1	1
0xFF	0x02	0x53	0x00	0x03	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA		
Reserved.Leave to 0(bytes)	Mode	Divider
1	1	1

Mode:

IMU_ASK_MODE(查询或叫一问一答模式) : 0x00

IMU_CONTINUOUS_MODE (自动输出模式) : 0x01

其中 CONTINUOUS_MODE (自动输出模式) 根据不同的 Divider 值，对应以下不同的输出频率：

Divider	OUT(Hz)
0	INVALID
1	200
2	100
4	50
8	25
10	20
20	10
40	5
200	1

注：默认为 IMU_CONTLNIOUS_MODE(自动输出模式)，频率 200Hz。

回复：

IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR _CODE	0xFF	0xFF	0x03

示例：设为查询方式 0Hz 输出。

TX: FF 02 53 00 03 00 00 00 69 D1 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

示例：设为自动输出 1Hz

TX: FF 02 53 00 03 00 01 C8 3A 4D 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.2.3.2 获取输出模式

* IMU_GET_CONTINUOUS_MODE-----(0x54)

作用：用于读取当前模式；

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x54	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复：* IMU_RET_CONTINUOUS_MODE----- (0x55)

作用：用于返回 Mode 和 Divider；

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	2	1	1	1
0xFF	0x02	0x55	0x00	0x02	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA	
Mode(uint8)	Divider(uint8)
1	1

示例：TX: FF 02 54 00 00 E0 82 03

RX: FF 02 55 00 02 01 C8 B5 12 03

4.3 通信设置

4.3.1 波特率设置

设置或读取当前通信波特率，波特率 (baud rate) 是一个 32 位的整数，有效的值有以下：9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 256000。

* IMU_SET_PROTOCOL_MODE----- (0x12)

作用：用于设置通信波特率；（默认为 115200）

注意：不具备掉电保存功能，须执行保存设置命令才有掉电保存功能。

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	5	1	1	1
0xFF	0x02	0x12	0x00	0x05	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分

DATA	
Reserved.Leave to 0(bytes)	Baud rate (uint32)
1	4

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR_CODE	0xFF	0xFF	0x03

示例: TX: FF 02 12 00 05 00 80 25 00 00 53 78 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.3.2 获取通信波特率

* IMU_GET_PROTOCOL_MODE-----(0x13)

作用: 用于获取通信波特率;

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x13	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复:

*IMU_RET_PROTOCOL_MODE-----(0x14)

作用: 返回当前波特率;

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0x14	0x00	0x04	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分

DATA	
Baud rate	
4	

示例: TX: FF 02 13 00 00 6A F1 03

RX: FF 02 14 00 04 00 C2 01 00 51 55 03

4.4 臂杆长度设置

在 GPS/INS 组合导航系统中，天线（GPS 接收机天线相位中心）与 IMU（惯性测量单元通常包含三轴加速度计和三轴陀螺仪）之间的空间距离矢量，称为**臂杆**。精确测量和补偿这个臂杆矢量至关重要。

4.4.1 设置臂杆长度矢量 * IMU_SET_LEVER_MODE-----(0x2B)

作用：用于设置臂杆长度矢量 Lever (float 32bit, little-endian 储存)。

注意：不具备掉电保存功能，须执行保存设置命令才有掉电保存功能。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	5	1	1	1
0xFF	0x02	0x2B	0x00	0x05	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA	
Axis (bytes)	Lever(bytes)
1	4

Axis：表示臂杆的轴向，0x00：表示 X 轴；0x01：表示 Y 轴；0x02：表示 Z 轴；

Lever：表示臂杆长度，浮点数，单位：m。

回复：IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR _CODE	0xFF	0xFF	0x03

示例：设置 X 臂杆长度为 0.5m

TX: FF 02 2B 00 05 00 00 00 00 3F CC 6F 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.4.2 获取臂杆长度 * IMU_GET_LEVER_MODE-----(0x2C)

作用：读取当前臂杆长度；

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x2C	0x00	0x01	AXIS	0xFF	0xFF	0x03

回复：* IMU_RET_LEVER_MODE----- (0x2D)

作用：返回当前输出格式；帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	5	1	1	1
0xFF	0x02	0x2D	0x00	0x05	Data	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA	
Axis (bytes)	Lever(bytes)
1	4

Axis: 表示臂杆的轴向, 0x00: 表示 X 轴; 0x01: 表示 Y 轴; 0x02: 表示 Z 轴;

Lever: 表示臂杆长度, 浮点数, 单位: m;

示例: TX: FF 02 2C 00 01 00 01 BF 03

RX: FF 02 2D 00 05 00 00 00 00 18 AA 03

4.5 GNSS 导航设置

主要用于设置或获取当前的导航系统, 导航系统主要包括 BDS、GPS、GLONASS 和 Galileo。

4.5.1 设置 GNSS 导航系统

* IMU_SET_GNSS_MODE----- (0x2E)

作用: 设置当前 GNSS 导航系统;

注意: 不具备掉电保存功能, 须执行保存命令才有掉电保存功能, 重新上电后将以最新配置新的 GNSS 导航系统, 也就是重新上电有效。

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0x2E	0x00	0x04	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分为 GNSS MAP uint32, little-endian 格式储存。

DATA	
4(bytes)	
MAP	

解析如下:

bit0: 表示 BDS 有效位, 0 表示 BDS 无效, 1 表示 BDS 有效;

bit1: 表示 GPS 有效位, 0 表示 GPS 无效, 1 表示 GPS 有效;

bit2: 表示 GLO 有效位, 0 表示 GLO 无效, 1 表示 GLO 有效;

bit3: 表示 GAL 有效位, 0 表示 GAL 无效, 1 表示 GAL 有效;

bit31-4: 无效保留位;

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR _CODE	0xFF	0xFF	0x03

示例: TX: FF 02 2E 00 04 03 00 00 00 ED 7F 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.5.2 获取 GNSS 导航信息

* IMU_GET_GNSS_MODE----- (0x2F)

作用：获取当前 GNSS 导航信息；

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x2F	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复：

* IMU_RET_GNSS_MODE----- (0x30)

作用：返回当前 GNSS 导航信息；

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0x30	0x00	0x04	GNSS MAP	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA
map (bytes)
4

示例： TX: FF 02 2F 00 00 49 FC 03

RX: FF 02 30 00 04 03 00 00 00 DE 97 03

4.6 双天线安装航向角偏差补偿设置

当双天线的安装轴线方向与 IMU X 轴正向方向存在一定夹角时，此时会引起 IMU 航向角的误差，必须进行航向角的偏差进行补偿。

4.6.1 航向角偏差补偿设置

* IMU_SET_HOFFSET_MODE----- (0x28)

作用：设置航向角的偏差补偿；

注意：不具备掉电保存功能，须执行保存命令才有掉电保存功能。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0x28	0x00	0x04	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分为航向偏差角 heading offset 为 float 32, little-endian 格式储存。

DATA
4(bytes)
Heading offset

Heading offset 大小为+/-180 度。

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR _CODE	0xFF	0xFF	0x03

示例：设置航向角偏差补偿角为 30.5 度

TX: FF 02 28 00 04 00 00 F4 41 D8 9A 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.6.2 获取航向角偏差补偿

* IMU_GET_HOFFSET_MODE----- (0x29)

作用：获取当前航向角偏差补偿大小；

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x29	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复：

* IMU_RET_HOFFSET_MODE----- (0x2A)

作用：返回当前航向角偏差补偿大小；

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0x2A	0x00	0x04	HOFFS ET	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分

DATA
HOFFSET (float)
4

示例：TX: FF 02 29 00 00 9F 25 03

RX: FF 02 2A 00 04 00 00 00 00 A7 C4 03

4.7 重力量级配置

设置或获取当前的重力量级大小，不适合的重力量级会引起 GNS800 在速度与位置计算上的错误。

重力量级单位 $m.s^{-2}$ ，默认值为 $9.7910564 m.s^{-2}$ 。

4.7.1 设置重力量级

* IMU_SET_GRAVITY_MAGNITUDE----- (0xB1)

作用：设置当前重力量级大小；

注意：不具备掉电保存功能，须执行保存设置命令才有掉电保存功能。

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	5	1	1	1
0xFF	0x02	0xB1	0x00	0x05	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分

DATA	
Reserved.Leave to 0(bytes)	magnitude (real32)
1	4

回复: IMU_ACK

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0xFF	0x02	0x01	0x00	0x01	ERROR _CODE	0xFF	0xFF	0x03

示例: 设置重力量级为 9.79106m/s^2

TX: FF 02 B1 00 05 00 2F A8 1C 41 28 51 03

RX: FF 02 01 00 01 00 05 63 03

4.7.2 获取重力量级

* IMU_GET_GRAVITY_MAGNITUDE----- (0xB2)

作用: 获取当前重力量级大小;

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0xB2	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复:

* IMU_RET_GRAVITY_MAGNITUDE----- (0xB3)

作用: 返回当前重力量级大小;

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0xB3	0x00	0x04	ERROR _CODE	0xFF	0xFF	0x03

其中: DATA 部分

DATA	
magnitude (real32)	
4	

示例: TX: FF 02 B2 00 00 3F FA 03
RX: FF 02 B3 00 04 2F A8 1C 41 4E 2A 03

5. 数据输出

5.1 查询模式 (问答式)

主要指令用于查询数据项输出。

5.1.1 获取默认数据项输出

* IMU_GET_DEFAULT_OUTPUT----- (0x56)

作用: 获取默认的数据项输出, 数据项由 IMU_SET_DEFAULT_OUTPUT_MASK 命令设置的默认数据项 MASK (output masks(uint32))。

帧格式如下:

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	0	1	1	1
0xFF	0x02	0x56	0x00	0x00	NULL	0xFF	0xFF	0x03

回复:

*IMU_RET_DEFAULT_OUTPUT----- (0x57)

作用: 返回默认的数据项输出。

帧格式如下 (如当前默认 MASK=0x0019185A) :

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	94	1	1	1
0xFF	0x02	0x57	0x00	0x5E	See below	0xFF	0xFF	0x03

Data 部分如下 (total length: 0x005E):

Name	Roll	Pitch	Yaw	Gx	Gy	Gz	Ax	Ay	Az
Size	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(bytes)	12			12			12		

T0	T1	time	DevSt	iTOW	GPSFlags	numSV	Lati	Longi	Alti
4	4	4	4	4	1	1	8	8	8
8		4	4	6			24		

VelN	VelE	VelD
4	4	4
12		

注意: 默认数据项 MASK (output masks(uint32))=0x0019185A=
IMU_OUTPUT_EULER|IMU_OUTPUT_GYROSCOPES|IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS|
IMU_OUTPUT_TEMPERATURES|IMU_OUTPUT_TIME_SINCE_RESET||IMU_OUTPUT_DEVICE_STATUS|IMU_OUTPUT_GPS_INFO|IMU_OUTPUT_POSITION|IMU_OUTPUT_VELOCITY
示例:

TX: FF 02 56 00 00 55 3A 03

RX: FF 02 57 00 5E 78 1A BC BA DE 06 AD BC 5C AB BD 3E 8D 5F B3 B9 A1 C6 37 B9 EB
08 F2 B8 04 03 8B 3C 79 F0 8A BD 13 8A 1C C1 A4 C8 5B 42 F8 69 4F 42 36 29 28 00 07
19 00 00 47 0A 00 00 00 00 9A 38 61 E8 C7 B1 36 40 0C 29 9B 6A D4 73 5C 40 00 00 00
C0 CA 21 38 40 C5 53 60 B7 9D 4C 8E B4 F8 10 C5 B4 AB D2 03

5.1.2 获取特殊指定的数据项输出

* IMU_GET_SPECIFIC_OUTPUT----- (0x58)

作用：获取特殊指定的 MASK 数据项，就是在查询指令中指定要输出的数据项。

帧格式如下：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	4	1	1	1
0xFF	0x02	0x58	0x00	0x04	如下	0xFF	0xFF	0x03

其中：DATA 部分为指令的 32BIT 数据项 MASK。

DATA
Output masks(uint32)
4

回复：

* IMU_RET_SPECIFIC_OUTPUT----- (0x59)

作用：返回特殊指定的数据项输出。

帧格式如下（若指定的 MASK=0x0019085A）：

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	90	1	1	1
0xFF	0x02	0x59	0x00	0x5A	See below	0xFF	0xFF	0x03

Data 部分如下 (total length: 0x005A):

Name	Roll	Pitch	Yaw	Gx	Gy	Gz	Ax	Ay	Az
Size	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(bytes)	12			12			12		

T0	T1	time	iTOW	GPSFlags	numSV	Lati	Longi	Alti
4	4	4	4	1	1	8	8	8
8		4	6			24		

VelN	VelE	VelD
4	4	4
12		

注意：指定的数据项 MASK (output masks(uint32))=0x0019085A=

IMU_OUTPUT_EULER|IMU_OUTPUT_GYROSCOPES|IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS|IMU_OUTPUT_TEMPERATURES|IMU_OUTPUT_TIME_SINCE_RESET|IMU_OUTPUT_GPS_INFO|IMU_OUTPUT_POSITION|IMU_OUTPUT_VELOCITY;

示例：TX: FF 02 58 00 04 5A 18 19 00 89 55 03

RX: FF 02 59 00 5E 78 1A BC BA DE 06 AD BC 5C AB BD 3E 8D 5F B3 B9 A1 C6 37 B9 EB 08 F2 B8 04 03 8B 3C 79 F0 8A BD 13 8A 1C C1 A4 C8 5B 42 F8 69 4F 42 36 29 28 00 07 19 00 00 47 0A 00 00 00 00 9A 38 61 E8 C7 B1 36 40 0C 29 9B 6A D4 73 5C 40 00 00 00 C0 CA 21 38 40 C5 53 60 B7 9D 4C 8E B4 F8 10 C5 B4 AB D2 03

5.2 自动连续输出

自动连续输出模式是按 IMU_SET_CONTINUOUS_MODE 设置的输出频率来输出默认的数据项，GNS800 在上电后按一定的频率自动输出 Output masks(uint32)相关的数据项。

5.2.1 自动连续数据项输出

* IMU_CONTINUOUS_DEFAULT_OUTPUT----- (0x90)

作用：数据项连续输出。

帧同步 字节	帧开始 字节	CMD	LEN (MSB)	LEN (LSB)	DATA	CRC (MSB)	CRC (LSB)	帧结束 字节
1	1	1	1	1	94	1	1	1
0xFF	0x02	0x90	0x00	0x5E	Data	0xFF	0xFF	0x03

Data 部分如下 (total length: 0x005E):

Name	Roll	Pitch	Yaw	Gx	Gy	Gz	Ax	Ay	Az
Size	4	4	4	4	4	4	4	4	4
(bytes)	12			12			12		

T0	T1	time	DecSts	iTOW	GPSFlags	numSV	Lati	Longi	Alti
4	4	4	4	4	1	1	8	8	8
8		4	4	6			24		

VelN	VelE	VelD
4	4	4
12		

注意：默认数据项 MASK (output masks(uint32))=0x0019185A=

IMU_OUTPUT_EULER|IMU_OUTPUT_GYROSCOPES|IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS|IMU_OUTPUT_TEMPERATURES|IMU_OUTPUT_TIME_SINCE_RESET|IMU_OUTPUT_DEVICE_STATUS|IMU_OUTPUT_GPS_INFO|IMU_OUTPUT_POSITION|IMU_OUTPUT_VELOCITY

例如：FF 02 90 00 5E CE 54 D6 BF BB 95 10 3D 16 F0 2D 3F 9F D5 21 B9 9C 79 53 39 8F 41 34 B9 09 CD D1 BC 88 A1 1C 41 99 E4 6C 3E 14 F4 36 42 61 66 29 42 58 09 03 00 07 19 00 00 C7 00 00 00 00 00 53 60 61 E8 C7 B1 36 40 34 67 9B 6A D4 73 5C 40 00 00 00 A0 BF 21 38 40 F2 50 20 B7 EA F1 29 38 CC 73 CB B5 C6 4D 03

数据解析如下:

默认数据项 MASK (output masks(uint32))=0x0019185A

有效数据项	数据描述	数据内容 (HEX)	数据类型	
姿态角 IMU_OUTPUT_EULER	横滚角	CE 54 D6 BF	float	-1.674467Rad
	俯仰角	BB 95 10 3D	float	0.035299
	航向角	16 F0 2D 3F	float	0.679445
陀螺角速度 IMU_OUTPUT_GYROSCOPES	Gyro_X	9F D5 21 B9	float	-0.000154
	Gyro_Y	9C 79 53 39	float	0.000202
	Gyro_Z	8F 41 34 B9	float	-0.000172
加速度 IMU_OUTPUT_ACCELEROMETERS	Acc_X	09 CD D1 BC	float	-0.025610
	Acc_Y	88 A1 1C 41	float	9.789436
	Acc_Z	99 E4 6C 3E	float	0.231341
温度 IMU_OUTPUT_TEMPERATURES	Tc0	14 F4 36 42	float	45.738358
	Tc1	61 66 29 42	float	42.349979
复位后时间 IMU_OUTPUT_TIME_SINCE_RESET	Time Since Reset	58 09 03 00	Uint32	INS 运行时间戳
IMU 设备状态 IMU_OUTPUT_DEVICE_STATUS	Work Sts	07	Uint8	纯惯性导航状态
	Status Flags	19	Uint8	参考具体说明
	AttFlags	00	Uint8	参考具体说明
	INSCount	00	Uint8	参考具体说明
GPS 状态信息 IMU_OUTPUT_GPS_INFO	iTOW	C7 00 00 00	Uint32	参考具体说明
	GPSFlags	00	Uint8	参考具体说明
	NumSV	00	Uint8	导航卫星数
卡尔曼滤波后位置 IMU_OUTPUT_POSITION	latitude	53 60 61 E8 C7 B1 36 40	double	参考具体说明
	longitude	34 67 9B 6A D4 73 5C 40	double	参考具体说明
	altitude	00 00 00 A0 BF 21 38 40	double	参考具体说明
卡尔曼滤波后速度 IMU_OUTPUT_VELOCITY	Veln	F2 50 20 B7	float	-0.00001m/s
	Veln	EA F1 29 38	float	0.000041m/s
	Vd	CC 73 CB B5	float	-0.00010m/s