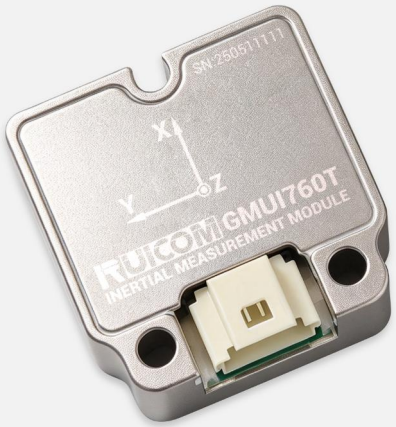


GMU760T 惯性测量模块

产品说明书

V1.1-20260826

技术亮点



- ❖ 3.0-6.5VDC 供电；
- ❖ 实时角速率输出；
- ❖ TTL 输出；
- ❖ 寿命长，稳定性强；

产品介绍

GMU760T 是瑞惯科技自主研发的六自由度 MEMS 惯性测量单元，可获取载体的三维姿态角（含静态与动态倾角）、加速度、角速度及磁场强度数据；实时输出三轴角速度与线加速度，集成工业级三轴 MEMS 陀螺仪、三轴 MEMS 加速度计和三轴磁传感器，并注重可靠性设计。产品采用 L22.4 ×W22.4 ×H9.8（mm）紧凑尺寸，提供 UART 通信接口，配套 SDK 与 ROS 驱动，便于系统集成并缩短开发周期。

技术特点：

传感方案注重信号分辨率，有助于识别细微振动与姿态变化；

动态范围较宽，适用于动态运动条件下的测量；

产品在宽温域内进行温度补偿与参数标定；

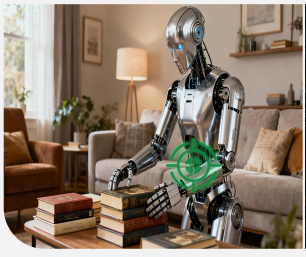
针对环境适应性进行设计，在严苛工况下保持稳定测量表现；

通过生产过程一致性管控，提升模块间性能一致性。

该产品具备自主知识产权，适用于对可靠性和环境适应性有较高要求的工业应用场景。

应用范围

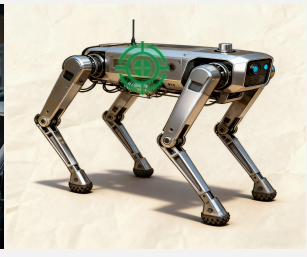
人形机器人平衡稳定



工业机器人精准测控



四足机器人平稳测控



具身机器人稳定监测



性能参数

GMU760T			条件	参数
姿态角	横滚角	精度	1σ RMS	0.05°
		量程	-	±180°
	俯仰角	精度	1σ RMS	0.05°
		量程	-	±90°
	无参考航向角	精度	1σ RMS	0.2°
		量程	-	±180°
	磁参考航向角	精度	1σ RMS	1°
		量程	-	±180°
	角度分辨率		-	0.001°
陀螺仪	量程		-	±2000°/s
	非线性度		-	±0.05%FS
	噪声密度		-	0.015°/s/√Hz
	零偏不稳定性		Allan variance, 1σ	4°/h
	带宽（-3dB）		-	50Hz
	零点偏移		1σ RMS	±0.5°/s
	零点温漂		1σ RMS, -40~85°C	±1°/s
加速度计	量程		-	±16g
	非线性度		-	±0.1%FS
	噪声密度		-	100ug/√Hz
	零偏不稳定性		Allan variance, 1σ	0.035mg
	带宽（-3dB）			50Hz
	零点偏移		1σ RMS	±20mg
	零点温漂		1σ RMS, -40~85°C	±10mg
磁传感器	量程			±8Gauss
	非线性度		FS = ±8G	±0.1%FS
	噪声密度		RMS	0.4mGauss
电气连接	输入电压		噪声≤30mV peak-peak	3.0~6.5VDC
	功耗		@5V	275mW
	通信接口		-	UART
	输出频率		最高 400Hz	250Hz
环境指标	工作温度		-	-40~85°C
	存储温度		相对湿度≤ 65%	-45~85°C
	抗冲击性		-	500g
	尺寸		-	22.4×22.4×9.8mm
	外壳重量/材质		±1g	≤10g/铝合金

订购选型

型号	接线定义线序
GMU760	T：正向接线定义
	T-R：反向接线定义
例：GMU760T：正向接线定义。	

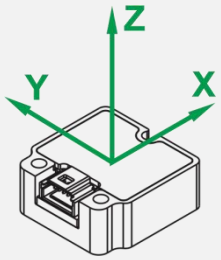
空间坐标系

本产品坐标系使用前-右-下(FRD)坐标系，欧拉角范围如下：

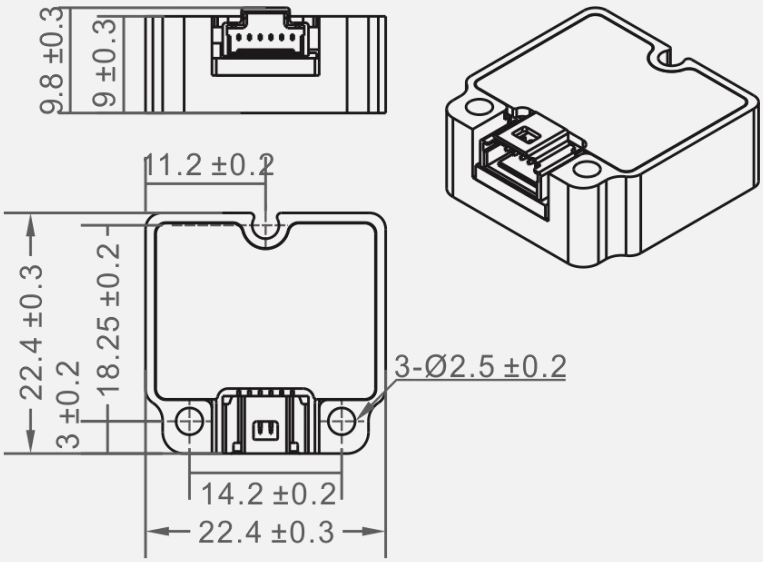
绕 Z 轴方向旋转：航向角 Yaw范围：0°~±180°；

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°。



产品尺寸



外壳尺寸：L22.4×W22.4×H9.8mm

安装尺寸：L14.2×W18.25×H9mm

建议使用螺丝：3 颗 M2.5 螺丝

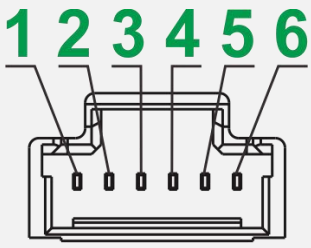
引脚定义

*标配 30cm 彩色端子线实物图（如右图）：



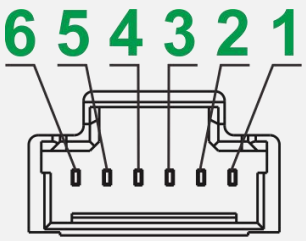
GMU760T 接线定义

针脚	线色	定义描述
PIN1	红	5V 电源正极
PIN2	黑	GND 电源负极
PIN3	黄	TXD
PIN4	绿	RXD
PIN5	蓝	SYNC_OUT 同步输出
PIN6	白	SYNC_IN 同步输入引脚(上升沿)



GMU760T-R 接线定义

针脚	线色	定义描述
PIN1	红	5V 电源正极
PIN2	黑	GND 电源负极
PIN3	黄	TXD
PIN4	绿	RXD
PIN5	蓝	SYNC_OUT 同步输出
PIN6	白	SYNC_IN 同步输入引脚(上升沿)



电气参数

最大耐受值

参数	符号	范围	单位
供电电压	VCC	-0.3~6.5	V
电源地	GND	-	-
输入管脚电压	Vin	-0.3~5.0	V
使用温度	Tot	-40~85	℃
存储温度	Tstg	-40~85	℃

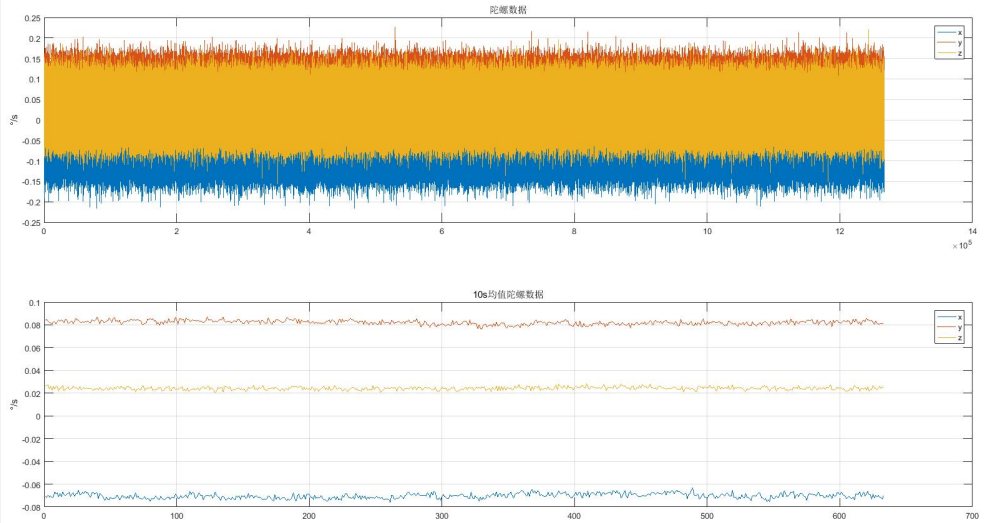
工作条件

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
供电电压	VIN	3.0	3.3V 或 5V	6.5	V
VIN 最大纹波	Vrpp	-	±50	-	mV
典型电流	-	-	55	-	mA

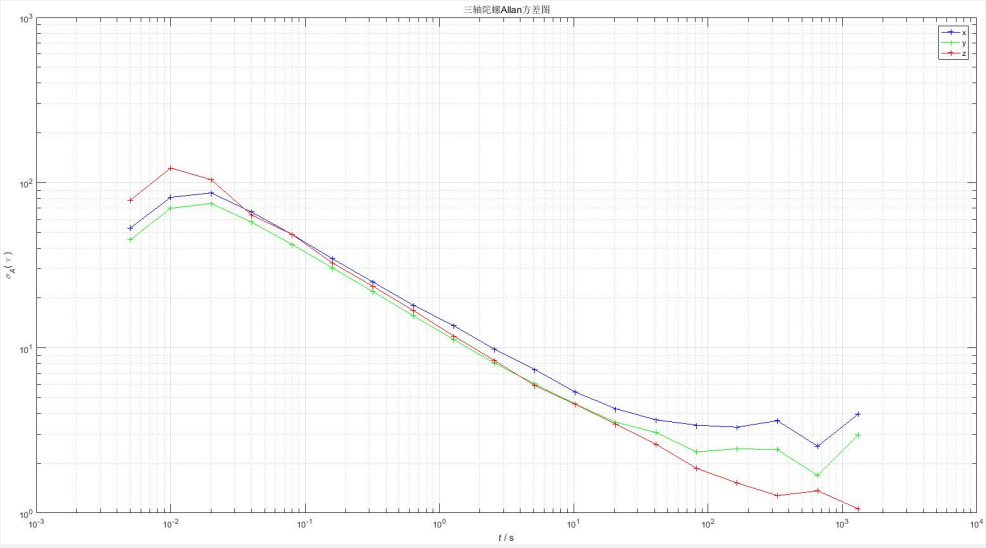
IO 阈值特性

参数	符号	最小值	典型值	最大值	单位
输入管脚低电平	Vin_low	0	-	0.6	V
输入管脚高电平	Vin_high	2V	-	5	V
输出管脚低电平	Vout_low	0	-	0.45	V
输出管脚高电平	Vout_high	VCC 0.45	-	3.3	V

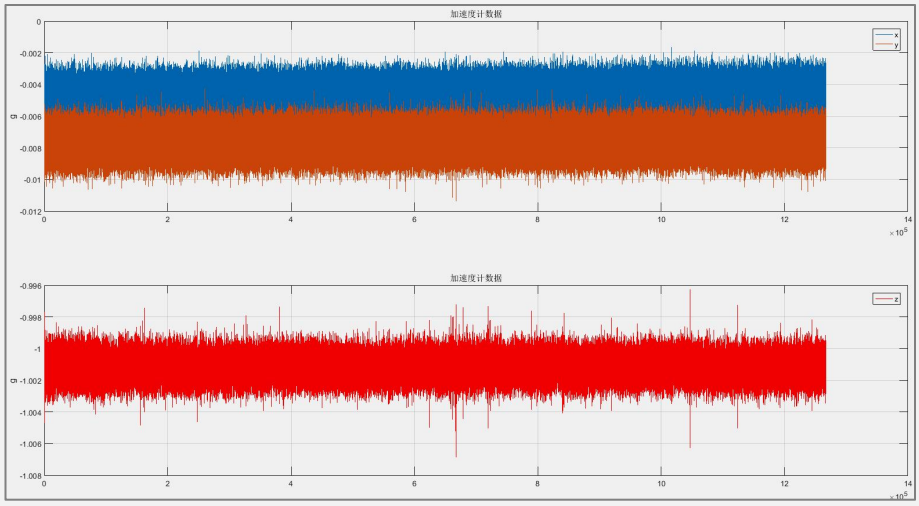
测试数据图表



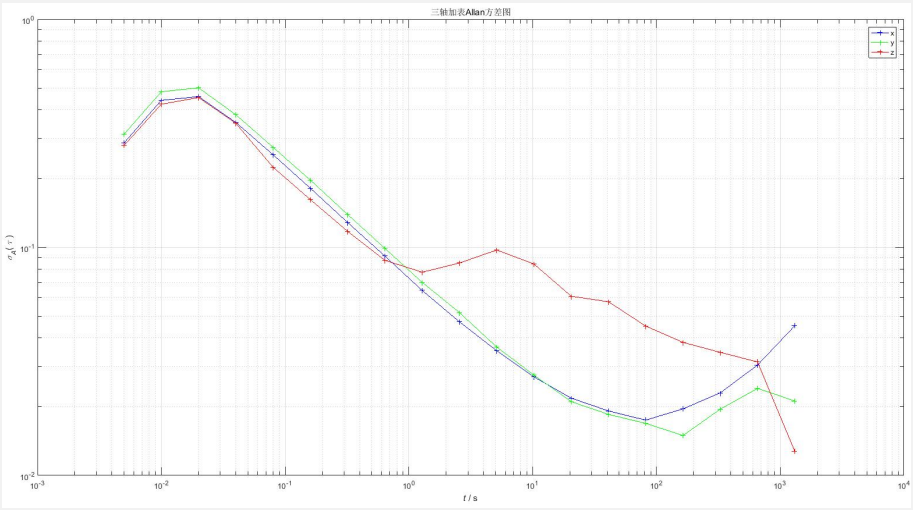
静态陀螺常温数据



三轴陀螺 allan 方差图



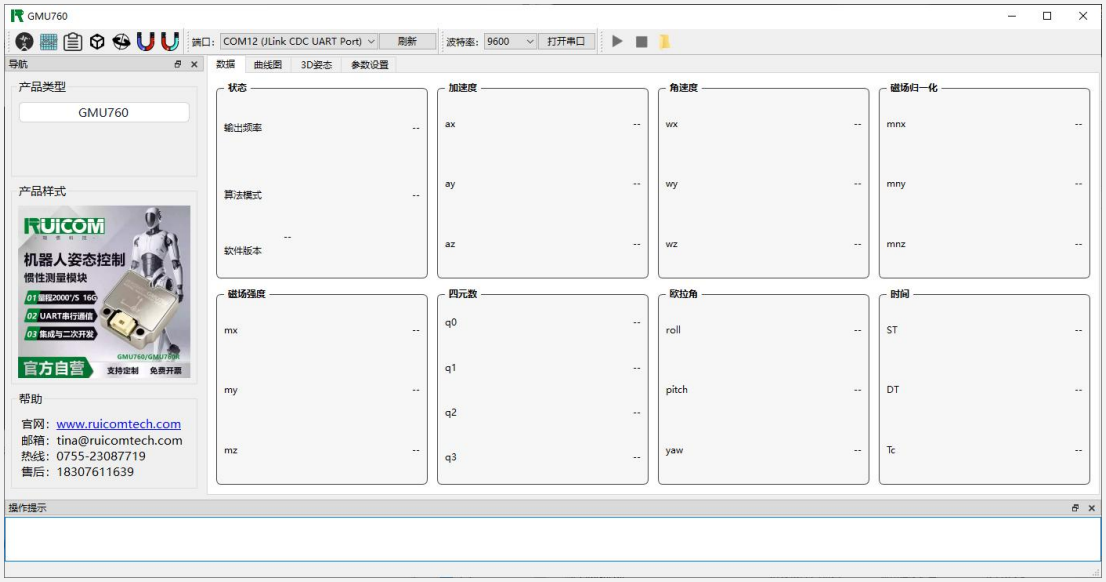
静态加表常温数据



三轴加表 allan 方差图

上位机软件界面

为便于用户便捷开展评估、缩短开发周期，配套提供上位机软件、示例代码及解析文档。上位机软件界面如下图所示：



同步输入与输出介绍

1.1 同步输入 - SYNC_IN

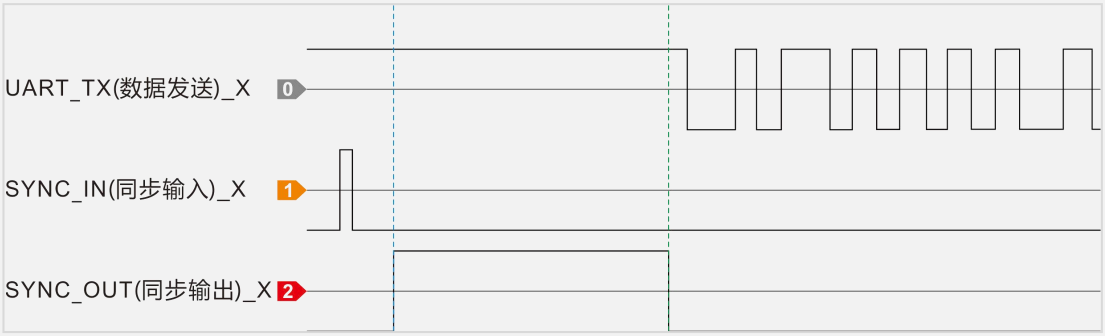
模块的数据同步同步依赖于 SYNC_IN 引脚 ，主要的数据同步分:

● SYNC_IN 同步数据触发

1.1.1 SYNC_IN 同步数据触发

产品配备同步输入引脚(SYNC_IN) ，用于 IMU 数据同步，不使用时建议悬空或接地。工作原理:当输出配置为 SYNC_IN 触发模式时(详见配置指令)，模块将在 SYNC_IN 引脚检测到上升沿后输出一帧数据。

应用场景 ：主要用于接收主控产生的高精度方波脉冲 ，以触发高频同步 IMU 数据。



1.1.2 SYNC_IN 引脚输入信号要求:

● 周期 ：1mS~1S;

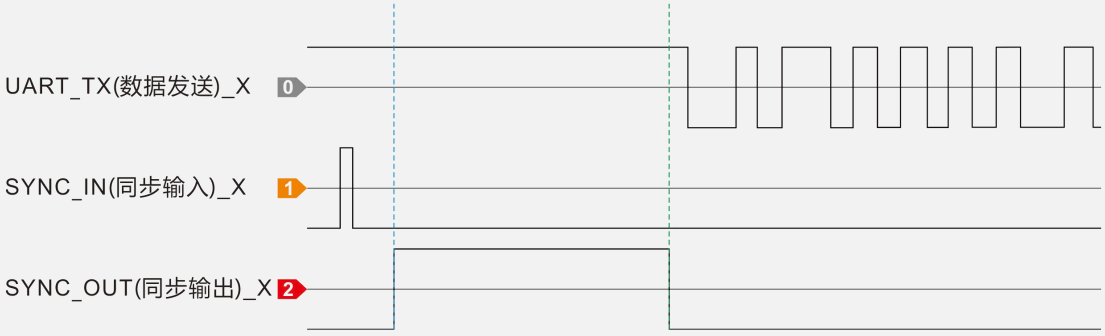
● 触发方式 ： 上升沿;

● 脉宽 ：20uS~100 ms;

● 电平 ： 高电平≤5V(TTL/CMOS 兼容)。

1.2 同步输出 - SOUT

这是模块的一个输出引脚，无数据输出时为低电平(空闲)，当一帧数据开始发送前会发送一个高脉冲，高脉冲结束(下降沿)后紧接数据输出， 脉冲宽度为 10-25uS。



输出协议

1) 紧 凑：使用8bit 二进制数据

2) 数据校验：使用低开销的校验算法

3) 统 一：所有多字节数据都是小端模式

1.串口输出协议

协议帧格式**（出厂默认参数：波特率 460800， 输出频率 250Hz，算法模式 VRU）**

输出协议采用固定的格式，帧结构包含五部分：帧头、帧序号、数据长度、数据域、校验码，如下表所示。

标识	长度	描述
帧头	2 字节	数据包的起始帧，0x59,0x53
帧序号	2 字节	数据帧序号（1 ~ 60000）
数据长度	1 字节	数据的长度，最大值 255
数据域	0-255 字节	数据包的有效数据
校验码 1	1 字节	校验码
校验码 2	1 字节	

1.1 有效数据定义规则

MESSAGE 的定义如下表所示：

数据包 1			……	数据包 N		
DATA ID	LEN	DATA(LEN)	……	DATA ID	LEN	DATA(LEN)

数据域中的数据可由多个数据包组合组成。每一个不同的数据包包含特定的DATA ID 以及与之对应的数据长度指示符LEN 和数据长度为LEN 的数据DATA 组成。

DATA ID 与LEN 和DATA 的对应关系如下表所示：

数据类型	数据 ID	长度	内容
IMU 温度	0x01	2	DATA1 – DATA2
加速度	0x10	12	DATA1 – DATA12
角速度	0x20	12	DATA1 – DATA12
磁场归一化值	0x30	12	DATA1 – DATA12
磁场强度	0x31	12	DATA1 – DATA12
欧拉角	0x40	12	DATA1 – DATA12
四元数	0x41	16	DATA1 – DATA16
采样时间戳	0x51	4	DATA1 – DATA4
Dataready 时间戳	0x52	4	DATA1 – DATA4

以上所有数据中除了采样时间戳、Dataready 时间戳为无符号数据，其他所有数据为有符号数据。

DATA 的转换关系如下表所示：

类型	数据	数据转换	单位
IMU 温度	DATA1（DATA[7:0]）	temp_imu = DATA ×0.01	℃
	DATA2（DATA[15:8]）		
加速度	DATA1（DATA[7:0]）	ax = DATA × 0.000001	m/s²
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[23:16]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		
	DATA5（DATA[7:0]）	ay = DATA × 0.000001	
	DATA6（DATA[15:8]）		
	DATA7（DATA[23:16]）		
	DATA8（DATA[31:24]）		
	DATA9（DATA[7:0]）	az = DATA × 0.000001	
	DATA10（DATA[15:8]）		
	DATA11（DATA[23:16]）		
	DATA12（DATA[31:24]）		
角速度	DATA1（DATA[7:0]）	wx = DATA × 0.000001	deg/s
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[23:16]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		
	DATA5（DATA[7:0]）	wy = DATA × 0.000001	
	DATA6（DATA[15:8]）		
	DATA7（DATA[23:16]）		
	DATA8（DATA[31:24]）		
	DATA9（DATA[7:0]）	wz = DATA × 0.000001	
	DATA10（DATA[15:8]）		
	DATA11（DATA[23:16]）		
	DATA12（DATA[31:24]）		
磁场归一化值	DATA1（DATA[7:0]）	mx = DATA × 0.000001	无
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[23:16]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		
	DATA5（DATA[7:0]）	my = DATA ×0.000001	
	DATA6（DATA[15:8]）		
	DATA7（DATA[23:16]）		
	DATA8（DATA[31:24]）		
	DATA9（DATA[7:0]）	mz = DATA ×0.000001	
	DATA10（DATA[15:8]）		

	DATA11（DATA[23:16]）		
	DATA12（DATA[31:24]）		
磁场强度原始值	DATA1（DATA[7:0]）	mx = DATA × 0.001	mGauss
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[23:16]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		
	DATA5（DATA[7:0]）	my = DATA × 0.001	
	DATA6（DATA[15:8]）		
	DATA7（DATA[23:16]）		
	DATA8（DATA[31:24]）		
	DATA9（DATA[7:0]）	mz = DATA × 0.001	
	DATA10（DATA[15:8]）		
	DATA11（DATA[23:16]）		
	DATA12（DATA[31:24]）		
欧拉角	DATA1（DATA[7:0]）	pitch = DATA × 0.000001	deg(°)
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[23:16]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		
	DATA5（DATA[7:0]）	roll = DATA × 0.000001	
	DATA6（DATA[15:8]）		
	DATA7（DATA[23:16]）		
	DATA8（DATA[31:24]）		
	DATA9（DATA[7:0]）	yaw = DATA × 0.000001	
	DATA10（DATA[15:8]）		
	DATA11（DATA[23:16]）		
	DATA12（DATA[31:24]）		
四元数	DATA1（DATA[7:0]）	q0 = DATA × 0.000001	
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[23:16]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		
	DATA5（DATA[7:0]）	q1 = DATA × 0.000001	
	DATA6（DATA[15:8]）		
	DATA7（DATA[23:16]）		
	DATA8（DATA[31:24]）		
	DATA9（DATA[7:0]）	q2 = DATA × 0.000001	
	DATA10（DATA[15:8]）		
	DATA11（DATA[23:16]）		
	DATA12（DATA[31:24]）		

	DATA13（DATA[7:0]）	q3 = DATA × 0.000001	
	DATA14（DATA[15:8]）		
	DATA15（DATA[23:16]）		
	DATA16（DATA[31:24]）		
采样时间戳	DATA1（DATA[7:0]）	Sample timestamp = DATA	us
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[23:16]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		
dataready 时间戳	DATA1（DATA[7:0]）	Dataready timestamp = DATA	us
	DATA2（DATA[15:8]）		
	DATA3（DATA[15:8]）		
	DATA4（DATA[31:24]）		

1.3 校验和计算方法

完整的数据帧是需要增加校验和的，校验的计算范围从TID 开始到Message 的最后一个字节，计算公式见下示例。

Header	TID	LEN	MESSAGE	CK1	CK2
	Range over which the checksum is to be calculated				

假设校验范围内有N 个字节（buffer[N]）,计算公式如下：

```
CK1 = 0; CK2 = 0;
For(i=0;i<N;i++)
{
  CK1 = CK1 + buffer[i];
  CK2 = CK2 + CK1;
}
```

1.4 串口交互协议帧格式

1.4.1 协议帧格式

串口交互指令协议格式与默认报文输出格式不同，帧结构包括：帧头、数据类、操作符、数据长度、数据域、校验码。如下表所示：

标识	长度	描述
帧头	2 字节	IMU 数据包的起始帧，0x59,0x53
数据类	1 字节	数据类别
操作符	3 位	查询或写入
数据长度	13 位	数据的长度，最大值 8191
数据	0 - 8191 字节	数据包的有效数据
校验码 1	1 字节	校验码
校验码 2	1 字节	

数据类定义如下表所示：

数据类	定义
产品信息	0x00
上电模式	0x01
串口波特率	0x02
输出频率	0x03
输出内容	0x04
校准参数	0x05
功能模式	0x4D
磁场校准模式	0x06
应用平台模式	0x07
陀螺零偏静态补偿策略	0x08

操作符定义如下表所示：

操作符	说明
0x00	查询功能
0x01	配置到 RAM ，即掉电不保存
0x02	配置到 Flash ，即掉电保存

1.4.2 有效数据定义规则

各数据类对应的数据域定义如下表所示：

数据类	数据域子类型	说明
0x00	0x02	软件版本信息(30 字节)
0x01	0x00	上电无等待启动
	0x01	上电静置 5 秒启动
0x02	0x01	波特率 9600 bps
	0x02	波特率 38400 bps
	0x03	波特率 115200 bps
	0x04	**波特率 460800 bps(默认值)**
	0x05	波特率 921600 bps
	0x06	波特率 19200 bps
	0x07	波特率 57600 bps
	0x08	波特率 76800 bps
	0x09	波特率 230400 bps
0x03	0x01	输出频率 1Hz
	0x02	输出频率 2Hz
	0x03	输出频率 5Hz
	0x04	输出频率 10Hz
	0x05	输出频率 20Hz
	0x06	输出频率 25Hz

	0x07		输出频率 50Hz
	0x08		输出频率 100Hz
	0x09		输出频率 200Hz
	0x0A		**输出频率 250Hz(默认值)**
	0x0B		输出频率 500Hz
	0x0C		输出频率 1000Hz
	0x0D		SYNC_IN 外部触发模式(重新上电有效)
0x04	Bit15	1	时间戳(采样和同步)输出开启
		0	时间戳(采样和同步)输出关闭
	Bit14	1	保留
		0	保留
	Bit13	1	保留
		0	保留
	Bit12	1	保留
		0	保留
	Bit11	1	保留
		0	保留
	Bit10	1	IMU 温度输出开启
		0	IMU 温度输出关闭
	Bit9	1	保留
		0	保留
	Bit8	1	保留
		0	保留
	Bit7	1	加速度输出开启
		0	加速度输出关闭
	Bit6	1	角速度输出开启
		0	角速度输出关闭
	Bit5	1	磁场强度输出开启
		0	磁场强度输出关闭
	Bit4	1	欧拉角输出开启
		0	欧拉角输出关闭
	Bit3	1	四元数输出开启
		0	四元数输出关闭
	Bit2	1	保留
		0	保留
	Bit1	1	保留
		0	保留
	Bit0	1	保留

		0	保留
0x4D	0x02		算法模式切换(1 字节)
	0x50		陀螺零偏初始化(1 字节)
	0x20		磁场旋转校准(1 字节)
	0x30		磁场空间多点校准(1 字节)
0x06	0x01		磁场空间手动多点校准
	0x02		磁场水平垂直旋转校准
0x07	0x00		工程机械挖机等应用
	0x01		工程机械塔吊应用
	0x02		工程机械碎石机应用
	0x03		车载 AGV 应用
	0x04		工程矿车应用
	0x05		船载应用
	0x06		风机应用
	0x07		机器人或农机应用
	0x08		小艇应用
0x08	0x00		陀螺零偏静态补偿策略无效
	0x01		陀螺零偏静态补偿策略有效

各数据类不同操作对应的数据域说明如下表所示。

数据类	输入(主机→设备)		输出(设备→主机)
0x00	查询	数据域长度为 1，定义见上一表格	根据不同子类型而定加 2 个字节(子类型+对应的数据长度)
0x01	查询	数据域长度为 0	数据域长度 1 字节，定义见一表格
	写入	数据域长度为 1，定义见上一表格	无
0x02	查询	数据域长度为 0	数据域长度 1 字节，定义见一表格
	写入	数据域长度为 1，定义见上一表格	无
0x03	查询	数据域长度为 0	数据域长度 1 字节，定义见一表格
	写入	数据域长度为 1，定义见上一表格	执行结果，数据域为 1 字节
0x04	查询	数据域长度为 0	数据域长度为2，定义见上一表格
	写入	数据域长度为2，定义见上一表格	执行结果，数据域为 1 字节
0x05	查询	数据域长度为 1，定义见上一表格	根据不同子类型而定加 2 个字节(子类型+对应的数据长度)
	写入	根据不同子类型而定加 2 个字节(子类型+对应的数据长度)	执行结果，数据域为 1 字节
0x4D	查询	数据域长度为 1，定义见上一表格	数据域长度为2，(子类型+对应的数据值)
	写入	数据域长度为2(子类型+对应的数据值)	执行结果，数据域为 1 字节

0x06	查询	数据域长度为 1，定义见上一表格	数据域长度为2， (子类型+对应的数据值)
	写入	数据域长度为2(子类型+对应的数据值)	执行结果，数据域为 1 字节
0x07	查询	数据域长度为 1，定义见上一表格	数据域长度为2， (子类型+对应的数据值)
	写入	数据域长度为2(子类型+对应的数据值)	执行结果，数据域为 1 字节
0x08	查询	数据域长度为 1，定义见上一表格	数据域长度为2， (子类型+对应的数据值)
	写入	数据域长度为2(子类型+对应的数据值)	执行结果，数据域为 1 字节
执行结果：0x00(成功),0xFF(失败)			

其中数据类有多个子类型对应数据域详细定义如下表所示。

数据域	子类型	子类型数据域定义	备注
0x00	0x02 (软件版本信息)	产品型号(7B) + '-' + 子型号(5B) + '-' +软件版本(9B, Vxx.yy.zz)+ ';' + 预留	30 字节
0x4D	0x02 (数据输出模式)	0x01：AHRS 模式； **0x02：VRU 模式；(默认值)** 0x03：IMU 模式；	1 字节
	0x50 (陀螺零偏初始化)	0x01 ：设备自采开始； 0x00: 设备自采停止； 0x02: 设备自采状态查询； 0x03: 设备自采陀螺零偏保存；	
	0x20 (磁场旋转校准)	0x08: 水平旋转校准开始； 0x0A: 水平旋转校准停止； 0x42: 垂直旋转校准开始； 0x52: 垂直旋转校准停止；	
	0x30 (磁场空间多点校准)	0x02: 空间多点校准状态查询； 0x08: 空间多点校准开始； 0x09: 空间多点校准停止； 0x0A: 空间多点校准保存； 0x0B: 空间多点校准采点； 0x0C: 空间多点校准中止；	

注：所有的设置命令的返回值都只有一个字节，即结果表示码，0x00（成功）或 0xff（失败）。设置串口波特率是没有返回结果的。

1.4.3 校验和计算方法

完整的数据帧是需要增加校验和的，校验的计算范围从数据类开始到数据域的最后一个字节，如下表所示：

帧头	数据类	操作符(2:0)	数据长度(15:3)	数据域	CK1	CK2
0x59 0x53	Range over which the checksum is to be calculated					

假设校验范围内有 N 个字节（buffer[N]），计算公式如下：

```
CK1 = 0 ； CK2 = 0;
For(i=0;i<N;i+
+) {
    CK1 = CK1 + buffer[i];
    CK2 = CK2 +
CK1; }
```

2.协议参考

2.1 协议示例

2.1.1 串口输出协议示例

```
0x59 ,0x53 ,0x40 ,0x92 ,0x58 ,0x10 ,0x0c ,0x3b ,0x21 ,0xfe ,0xff ,0x89 ,0x2c ,0xfe ,0xff ,
0x59 ,0x9c ,0x6a ,0xff ,0x20 ,0x0c ,0xd1 ,0xa2 ,0x02 ,0x00 ,0xfa ,0xb1 ,0x05 ,0x00 ,0x38 ,
0xd0 ,0x00 ,0x00 ,0x30 ,0x0c ,0x20 ,0xff ,0xf1 ,0x07 ,0xd0 ,0xa0 ,0xea ,0xf4 ,0xc0 ,0x8e ,
0xc6 ,0xef ,0x31 ,0x0c ,0xb4 ,0x08 ,0x02 ,0x00 ,0xa2 ,0x29 ,0xfd ,0xff ,0xb8 ,0xd8 ,0xfb ,
0xff ,0x40 ,0x0c ,0xcb ,0xe4 ,0xf4 ,0xff ,0xb1 ,0xbe ,0x09 ,0x00 ,0x30 ,0x32 ,0xb6 ,0xf6 ,
0x41 ,0x10 ,0xd4 ,0x31 ,0x03 ,0x00 ,0x4d ,0xec ,0xff ,0xff ,0x86 ,0xe5 ,0xff ,0xff ,0xa9 ,
0x14 ,0xf1 ,0xff ,0x12 ,0xf3
```

以上输出数据各部分的解释如下：

序号		
1	0x59 ,0x53 ,	数据头
2	0x40 ,0x92 ,	TID
3	0x58 ,	有效数据长度
4	0x10 , ... , 0xff ,	有效数据
5	0x12 ,0xf3	校验和

有效数据部分的解析如下：

```
0x10 ,0x0C , 0x3b ,0x21 ,0xfe ,0xff ,0x89 ,0x2c ,0xfe ,0xff , 0x59 ,0x9c ,0x6a ,0xff
```

0x10：Data ID，表示加速度；

0x0C：表示该数据类型的长度；

剩余的为真实数据，每四个字节组成一个int 型(有符号)数据，小端模式，然后乘以系数 0.000001，如第一组四字节数据为 0x3B 0x21 0xFE 0xFF，组成 int 型数据即为 0xFFFE213B= -122565(dec)，即真实的 x 轴加速度为 122565* 0.000001 = -0.122565 m/s²。

```
0x20 ,0x0C , 0xd1 ,0xa2 ,0x02 ,0x00 ,0xfa ,0xb1 ,0x05 ,0x00 ,0x38 , 0xd0 ,0x00 ,0x00
```

0x20：Data ID，表示角速度；

0x0C：表示该数据类型的长度；

剩余的为真实数据，每四个字节组成一个int 型(有符号)数据，小端模式，然后乘以系数 0.000001，如第二组四字节数据为 0xFA 0xB1 0x05 0x00，组成 int 型数据即为 0x0005B1FA = 373242(dec)，即真实的 y 轴角速度为 373242 * 0.000001 = 0.373242 deg/s。

```
0x30 ,0x0C , 0x20 ,0xff ,0xf1 ,0x07 ,0xd0 ,0xa0 ,0xea ,0xf4 ,0xc0 ,0x8e , 0xc6 ,0xef
```

0x30：Data ID，表示磁场归一化值；

0x0C：表示该数据类型的长度；

剩余的为真实数据，每四个字节组成一个int 型(有符号)数据，小端模式，然后乘以系数 0.001，如第三组四字节数据为 0xC0 0x8E 0xC6 0xEF ，组成 int 型数据即为 0xEFC68EC0 = -272200000 (dec)，即真实的z 轴磁场归一化值为-272200000* 0.000001 = -272.200000。

0x31 ,0x0C , 0xb4 ,0x08 ,0x02 ,0x00 ,0xa2 ,0x29 ,0xfd ,0xff ,0xb8 ,0xd8 ,0xfb , 0xff

0x31：Data ID，表示磁场实际强度；

0x0C：表示该数据类型的长度；

剩余的为真实数据，每四个字节组成一个int 型(有符号)数据，小端模式，然后乘以系数 0.001，如第一组四字节数据为 0xB4 0x08 0x02 0x00 ，组成 int 型数据即为 0x000208B4 = 133300(dec)，即真实的x 轴磁场归一化值为 133300* 0.001 = 133.30 mGauss。

0x40 ,0x0C , 0xcb ,0xe4 ,0xf4 ,0xff ,0xb1 ,0xbe ,0x09 ,0x00 ,0x30 ,0x32 ,0xb6 ,0xf6

0x40：Data ID，表示欧拉；

0x0C：表示该数据类型的长度；

剩余的为真实数据，每四个字节组成一个int 型(有符号)数据，小端模式，然后乘以系数 0.000001，如第三组四字节数据为0x300x320xB60xF6，组成int 型数据即为0xF6B63230= -155831760(dec)，即真实的yaw 为 -155831760 * 0.000001 = -155.831760 deg。

0x41 ,0x10 , 0xd4 ,0x31 ,0x03 ,0x00 ,0x4d ,0xec ,0xff ,0xff ,0x86 ,0xe5 ,0xff ,0xff ,0xa9 , 0x14 ,0xf1 ,0xff

0x41：Data ID，表示四元数；

0x10：表示该数据类型的长度；

剩余的为真实数据，每四个字节组成一个int 型(有符号)数据，小端模式，然后乘以系数 0.000001，如第四组四字节数据为0xA90x140xF10xFF，组成 int 型数据即为0xFFF114A9= -977751(dec)，即真实的四元数第四个数为 -977751* 0.000001 = -0. 977751。

2.1.2 串口输入协议示例

功能示例	指令/返回值	
/设置输出频率 20Hz 到 RAM*/	输入指令	59 53 03 09 00 05 11 2C
	成功返回值	59 53 03 09 00 00 0c 27
	失败返回值	59 53 03 09 00 ff 0b 26
/*设置输出频率 20Hz 到 ROM*/	输入指令	59 53 03 0A 00 05 12 2F
	成功返回值	59 53 03 0a 00 00 0d 2a
	失败返值	59 53 03 0a 00 ff 0c 29
/*设置不输出任何数据，掉电不保存*/	输入指令	59 53 04 11 00 00 00 15 58
	成功返回值	59 53 04 09 00 00 0d 2b
	失败返回值	59 53 04 09 00 ff 0c 2a
/*设置只输出加计，掉电不保存*/	输入指令	59 53 04 11 00 80 00 95 58
	成功返回值	59 53 04 09 00 00 0d 2b
	失败返回值	59 53 04 09 00 ff 0c 2a
/*设置只输出陀螺，掉电不保存*/	输入指令	59 53 04 11 00 40 00 55 D8
	成功返回值	59 53 04 09 00 00 0d 2b

	失败返回值	59 53 04 09 00 ff 0c 2a
/*设置不输出磁力计，掉电不保存*/	输入指令	59 53 04 11 00 D8 00 ED 08
	成功返回值	59 53 04 09 00 00 0d 2b
	失败返回值	59 53 04 09 00 ff 0c 2a
/*设置输出全部数据，掉电保存*/	输入指令	59 53 04 12 00 F8 00 0E 4C
	成功返回值	59 53 04 0a 00 00 0e 2e
	失败返回值	59 53 04 0a 00 ff 0d 2d
/*设置只输出欧拉角，掉电保存*/	输入指令	59 53 04 12 00 10 00 26 7C
	成功返回值	59 53 04 0a 00 00 0e 2e
	失败返回值	59 53 04 0a 00 ff 0d 2d
/*串口波特率设置为 115200 到 ram*/	输入指令	59 53 02 09 00 03 0E 26
	成功返回值	无
	失败返回值	无
/*串口波特率设置为460800 到 ram*/	输入指令	59 53 02 09 00 04 0F 27
	成功返回值	无
	失败返回值	无
/*串口波特率设置为460800 到 rom*/	输入指令	59 53 02 0A 00 04 10 2A
	成功返回值	无
	失败返回值	无
注：请谨慎配置波特率。波特率的设置需要考虑输出数据量以及输出频率，若设置的波特率过低会导致完成配置后数据发送不完整。一般地，波特率的最小值可按下述方式估算： 1.估算串口数据传输时间。在当前频率下，数据输出周期时间减去 5ms 作为串口数据传输时间 t(ms)； 2.估算波特率。确定当前输出内容每帧数据量 n 字节(默认输出每帧 95 字节数据)，则需要的波特率=n*10*1000/t。		

附录

1. 输出频率设置为 1Hz(保存到 FLASH，掉电保存)

TX: 59 53 03 0A 00 01 0E 2B
RX:59 53 03 0A 00 00 0D 2A

2. 输出频率设置为 1Hz(保存到 RAM，无掉电保存)

TX: 59 53 03 09 00 01 0D 28
RX: 59 53 03 09 00 00 0C 27

3. 输出频率查询(输出频率为 1Hz)

TX: 59 53 03 00 00 03 09
RX: 59 53 03 08 00 01 0C 25

4. 输出频率设置为 400Hz(保存到 FLASH，掉电保存)

TX: 59 53 03 0A 00 0A 17 34
RX:59 53 03 0A 00 00 0D 2A

5. 波特率设为 460800bps(保存到 FLASH，掉电保存)

TX: 59 53 02 0A 00 04 10 2A

RX: 59 53 02 0A 00 00 0C 26

6. 波特率设为 921600bps(保存到 FLASH，掉电保存)

TX: 59 53 02 0A 00 05 11 2B
RX: 59 53 02 0A 00 00 0C 26

7. 设置数据项(时间，温度，加表，陀螺，磁场，欧拉角，四元数)输出(保存到 FLASH，掉电保存)

TX: 59 53 04 12 00 F8 84 92 D0
RX: 59 53 04 0A 00 00 0E 2E

8. 设置 VRU 模式(航向角为陀螺积分)

TX: 59 53 4D 12 00 02 02 63 CF
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

9. 陀螺零偏初始化(静态修正)

9.1 开始陀螺零偏初始化

TX: 59 53 4D 12 00 50 01 B0 6A
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

9.1 开始陀螺零偏初始化

TX: 59 53 4D 12 00 50 01 B0 6A
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

9.2 查询陀螺零偏初始化状态(是否结束，一般是 5 秒)

TX: 59 53 4D 12 00 50 02 AF 63

RX: 59 53 4D 18 00 50 02 01 B8 3B(进行中)

RX: 59 53 4D 18 00 50 02 00 B7 3A(已结束)

9.3 保存陀螺零偏

TX: 59 53 4D 12 00 50 03 B2 6C
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

10. 上电等待模式设置

模式分为上电无等待模式和上电 5 秒等待模式；有些应用场景如 AGV 应用在 VRU 模式下对航向的精度有较高的需求，要求上电时静置对陀螺零偏进行修正，可将上电等待模式设为上电 5 秒等待模式。

10.1 设为上电无等待模式(保存到 FLASH，重新上电或复位有效)

TX: 59 53 01 0A 00 00 0B 22
RX: 59 53 01 0A 00 00 0B 22

10.2 设为上电 5 秒等待模式(保存到 FLASH，重新上电或复位有效)

TX: 59 53 01 0A 00 01 0C 23
RX: 59 53 01 0A 00 00 0B 22

10.3 查询上电等待模式(当前为上电 5 秒等待模式)

TX: 59 53 01 00 00 01 03
RX: 59 53 01 08 00 01 0A 1D

11. 磁场校准方式设置

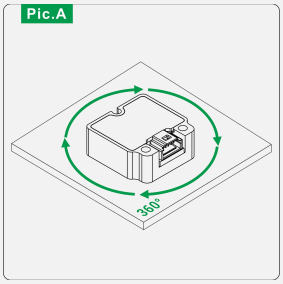
方式分为水平垂直旋转校准方式和空间 12 点校准方式；可根据实际应用场景进行选择。

11.1 设为水平垂直旋转校准方式(保存到 FLASH)

TX: 59 53 06 0A 00 02 12 38
RX: 59 53 06 0A 00 00 10 36

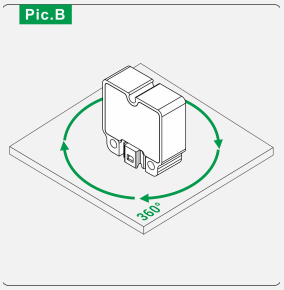
11.2 设为空间 12 点校准方式(保存到 FLASH)

TX: 59 53 06 0A 00 01 11 37
RX: 59 53 06 0A 00 00 10 36



11.3 查询校准方式(当前空间 12 点校准方式)

TX: 59 53 06 00 00 06 12
RX: 59 53 06 08 00 01 0F 31



12. 磁场水平与垂直旋转校准模式

12.1 磁场水平旋转校准开始

TX: 59 53 4D 12 00 20 08 87 11
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

12.2 磁场水平旋转校准停止(参数保存)

TX: 59 53 4D 12 00 20 0A 89 13
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

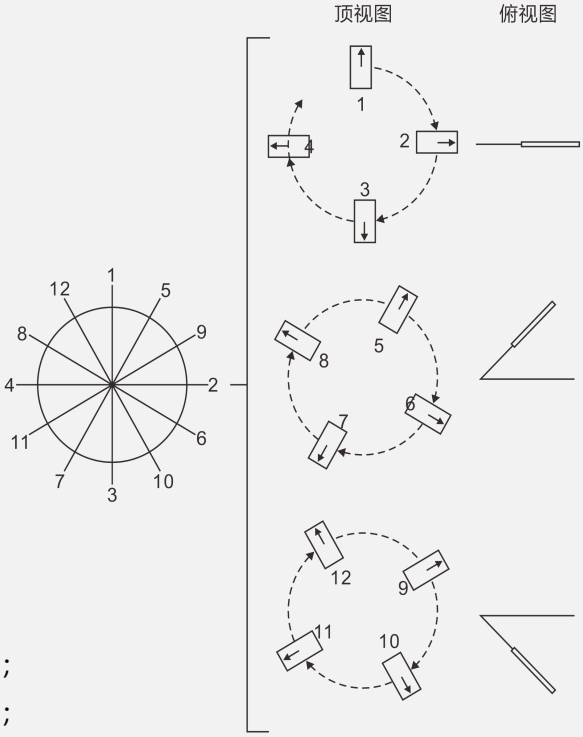
12.3 磁场垂直旋转校准开始

TX: 59 53 4D 12 00 20 42 C1 4B
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

12.4 磁场垂直旋转校准停止(参数保存)

TX: 59 53 4D 12 00 20 52 D1 5B
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

13. 磁场空间 12 点校准



点 1：IMU 方位角指向 0°，俯仰角 0°，横滚角 0°；
点 2：IMU 方位角指向 90°，俯仰角 0°，横滚角 0°；
点 3：IMU 方位角指向 180°，俯仰角 0°，横滚角 0°；
点 4：IMU 方位角指向 270°，俯仰角 0°，横滚角 0°；
点 5：IMU 方位角指向 30°，俯仰角 45°，横滚角 0°；
点 6：IMU 方位角指向 120°，俯仰角 45°，横滚角 0°；
点 7：IMU 方位角指向 210°，俯仰角 45°，横滚角 0°；
点 8：IMU 方位角指向 300°，俯仰角 45°，横滚角 0°；
点 9：IMU 方位角指向 60°，俯仰角-45°，横滚角 0°；
点 10：IMU 方位角指向 150°，俯仰角-45°，横滚角 0°；
点 11：IMU 方位角指向 240°，俯仰角-45°，横滚角 0°；
点 12：IMU 方位角指向 330°，俯仰角-45°，横滚角 0°。

以上介绍中所述的方位角不是指绝对的方位角，而是相对的角度，例如摆放点 1 时，磁罗盘方位角可指向任意角度，比如 42°，但在摆放点 2 时，磁罗盘方位角就需要摆放为 132°左右，以此类推，而俯仰角和横滚角是指绝对的角度，但在摆放点时，对方位角、俯仰角、横滚角摆放精度的要求不时是特别严格，各个角度误差在±5°以内均可接受

13.1 空间 12 点校准开始

TX: 59 53 4D 12 00 30 08 97 31
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

13.2 空间 12 点校准采点

将 IMU 按以上点位放置保持静止，发送以下命令：
TX: 59 53 4D 12 00 30 0B 9A 34
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52
如以上 IMU 成功响应采点命令后会回应采点成功命令如下：
RX: 59 53 4D 20 00 30 02 01 01 A1 A4
点 1：

TX: 59 53 4D 12 00 30 0B 9A 34
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52
RX: 59 53 4D 20 00 30 02 01 01 A1 A4

点 2:

TX: 59 53 4D 12 00 30 0B 9A 34
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52
RX: 59 53 4D 20 00 30 02 01 02 A2 A5

点 3:

TX: 59 53 4D 12 00 30 0B 9A 34
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52
RX: 59 53 4D 20 00 30 02 01 03 A3 A6

.....

点 12:

TX: 59 53 4D 12 00 30 0B 9A 34
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52
RX: 59 53 4D 20 00 30 02 01 0C AC AF

如以上采完 12 个点后，再停止 12 点校准。

13.3 空间 12 点校准停止

TX: 59 53 4D 12 00 30 09 98 32
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

13.4 空间 12 点校准保存

TX: 59 53 4D 12 00 30 0A 99 33
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

保存校准参数。

13.5 空间 12 点校准止中

TX: 59 53 4D 12 00 30 0C 9B 35
RX: 59 53 4D 0A 00 00 57 52

若校准过程中发现有位置异常想中止校准进程，可发此命令中止校准。

14. 应用场景设置

目前主要包括以下主要应用:

0x00	工程机械挖机等应用
0x01	工程机械塔吊应用
0x02	工程机械碎石机应用
0x03	车载 AGV 应用
0x04	工程矿车应用
0x05	船载应用
0x06	风机应用
0x07	机器人或农机应用
0x08	小艇应用

14.1 设置应用为机器人或农机应用(保存到 FLASH，上电或复位有效)

TX: 59 53 07 0A 00 07 18 41
RX: 59 53 07 0A 00 00 11 3A

14.2 查询当前应用

TX: 59 53 07 00 00 07 15
RX: 59 53 07 08 00 07 16 3B

当前应用为为机器人或农机应用;

15. 陀螺零偏静态修正策略使能设置

由于陀螺在应用中存在较小的固有零偏，在有些应用中希望 IMU 能在静置条件下进行陀螺零偏的静态修正，可以使能陀螺零偏静态修正策略功能。

15.1 设置陀螺零偏静态修正策略使能(保存到 FLASH)

TX: 59 53 08 0A 00 01 13 3F
RX: 59 53 08 0A 00 00 12 3E

15.2 设置陀螺零偏静态修正策略去能(保存到 FLASH)

TX: 59 53 08 0A 00 00 12 3E
RX: 59 53 08 0A 00 00 12 3E

15.3 查询当前陀螺零偏静态修正策略

TX: 59 53 08 00 00 08 18
RX: 59 53 08 08 00 00 10 38
当前为陀螺零偏静态修正策略去能。

有时，如 AGV 应用在角速度很小的微调情况下，可进行陀螺零偏静态修正策略的使能与去能交替进行，以减少航向角的误差，如在微调或运行之前先去能，再进行微调或运行；在 AGV 停止时可使能陀螺零偏静态修正，此时可使用保存到 RAM 的指令，以免频繁擦写 FLASH，损坏 IMU。

15.4 设置陀螺零偏静态修正策略使能(保存到 RAM)

TX: 59 53 08 09 00 01 12 3C
RX: 59 53 08 09 00 00 11 3B

15.5 设置陀螺零偏静态修正策略去能(保存到 RAM)

TX: 59 53 08 09 00 00 11 3B
RX: 59 53 08 09 00 00 11 3B