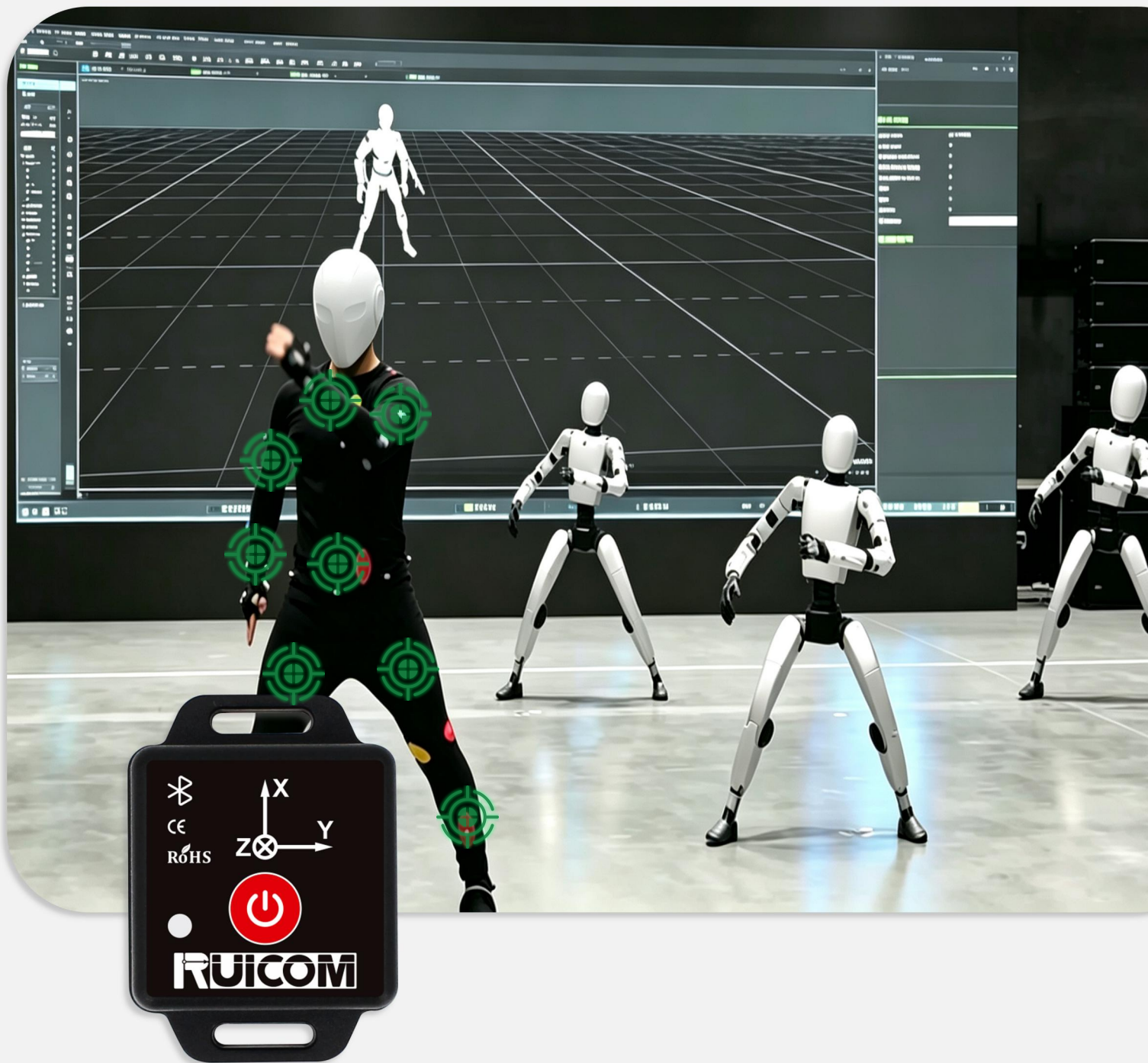




GMU100-BL 蓝牙姿态传感器

产品说明书

V1.1-20260623

✓ 技术亮点

- ❖ 集成九轴传感器和温度传感器；
- ❖ 蓝牙 5.1 无线传输；
- ❖ 卓越震动性能；
- ❖ 100Hz 的更新率；
- ❖ DC 3.0-4.2V 供电。

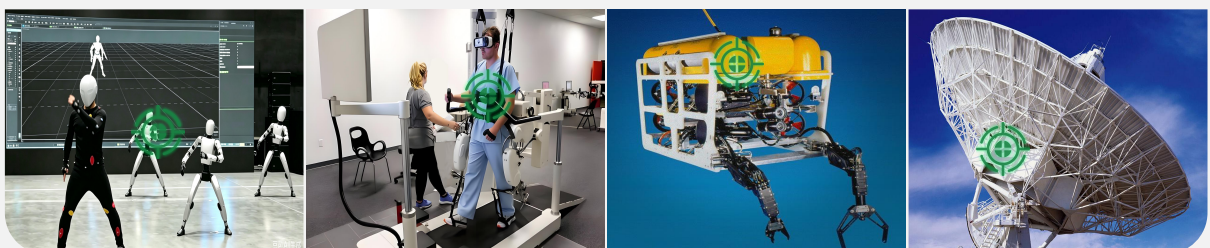


✓ 产品介绍

GMU100-BL 是一款面向航模、无人机、机器人、农机、工程车及叉车等动态平衡应用场景的蓝牙姿态传感器（AHRS 微型航姿参考系统），具备良好的成本效益。该产品融合三轴加速度计、三轴磁传感器与三轴陀螺仪数据，辅以温度补偿算法，并采用卡尔曼滤波进行数据融合，可实时输出姿态信息。凭借上述技术架构，产品在全姿态范围内保持了稳定的响应性能与时效性，适用于多种运动姿态监测场合。除姿态数据外，该传感器还支持输出三轴加速度、三轴角速度及三轴磁场共计九轴原始数据，并允许用户修改和扩展系统运行参数，以适配不同应用平台。产品内置片上 Flash IAP（在线应用编程）技术，可根据用户需要保存配置参数，断电后仍可保留记忆。数据输出方式包括 USB 2.0 有线接口与蓝牙无线传输（支持蓝牙 5.1 及 BLE 协议），集成 2.4GHz 自适应跳频技术，在无遮挡环境下可实现 40 米视距范围内的稳定传输，并支持固件升级及多设备组网同步功能，有助于提升工业现场的部署便捷性和灵活性，便于用户进行二次开发与应用扩展。

✓ 应用范围

- ❖ 医疗康复器械监测
- ❖ 肢体康复监测
- ❖ 人体捕捉
- ❖ 肢体训练精准动作



性能参数

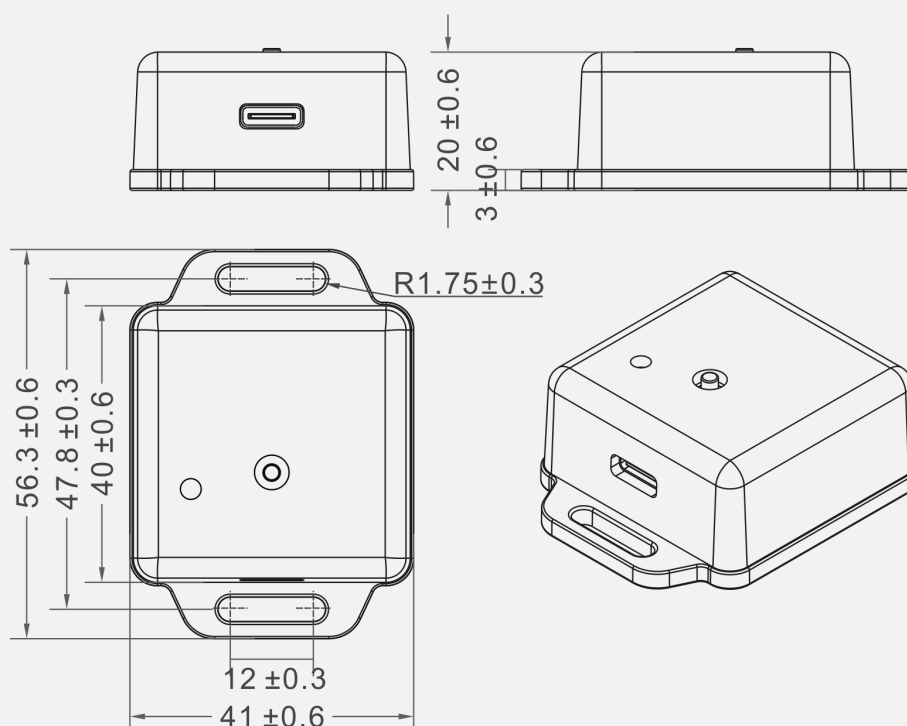
GMU100-BL		参数
方位角	测量范围	±180°(陀螺与磁方位可选)
	测量精度(RMS)@25℃	<3°（无磁干扰条下）
	分辨率	0.1°
倾角	测量范围	横滚±180°、俯仰±90°
	测量精度(RMS)@25℃	<±0.5°（动态）、<±0.2°（静态）
	分辨率	<0.1°
陀螺仪	测量范围	±500°/sec
	零偏稳定性(10s 平滑)	20°/hr
	分辨率	<0.1°/sec
	带宽	>100Hz
加速度计	测量范围	±8g
	分辨率	<10mg
	带宽	>100Hz
磁场计	测量范围	±8gauss
	分辨率	<2.5mgauss
	带宽	14-17Hz
电气连接	供电电压	DC 3.0-4.2V
	功耗	50mA（典型值）
	输出接口	USB2.0
	工作温度	-5℃~55℃
	储存温度	-10℃~+55℃
抗冲击		100g@11ms、三轴向(半正弦波)
抗振动		10grms、10~1000Hz
防水等级		IP65
连接器		Type-C 连接器
重量		≤35g

功能说明



1. NO/OFF 按键：按下键开机，按下键关机；
2. 指示灯状态：
红灯快闪：开机时红色 LED 快闪，表示连接蓝牙主机中。
红灯常亮：连接上主机后红色 LED 常亮。
红灯慢闪：电池低电时红色 LED 慢闪，30 秒后自动关机。
绿灯常亮：充电时绿灯常亮。
3. Type-C 充电口：建议使用 5V 充电插头，充电时间约 4 个小时，理论工作时间 8 小时。

✓ 外壳尺寸图



外壳尺寸: L56.3×W41×H20mm

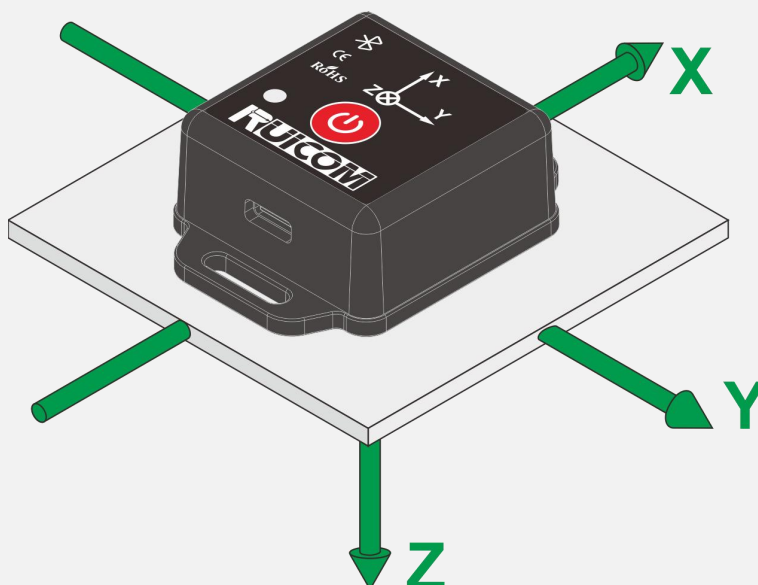
安装尺寸: L47.8×W12×H3mm

安装方式: 2 颗 M3 螺丝或魔术贴伸缩带

✓ 安装方向

请按正确的方法进行安装倾角传感器, 不正确的安装会导致测量误差, 尤其注意“面”, 二“线”:

- 1) 传感器的安装面与被测量面固定必须紧密、平整、稳定, 如果安装面出现不平容易造成传感器测量夹角误差。
- 2) 传感器轴线与被测量物体轴线必须平行, 两轴线尽可能不要产生夹角。



 BLE 协议

* GMU100-BL 的通信协议用于蓝牙和 USB2.0，修改波特率的协议仅适用于 USB2.0。

默认参数：波特率 **115200bps**；输出频率 **100Hz**；输出数据**欧拉角+传感器**；运行模式 **6 轴**。

数据帧格式：

Sync1	'T'
Sync2	'M'
Class	1Byte 数据帧类
ID	1Byte 数据帧 ID
Length	Length of the Data(2 Bytes) 不包括 sync,class,ID,length and Checksum 域的字节数
Data	数据域，长度根据 Class，ID 的不同而不同
Checksum	2Bytes CRC16 Checksum

帧头 Sync1,Sync2: 帧起始同步字，所有数据帧由 2 个同步字符'T''M'开始。

Class 域：1 Byte. 定义数据帧的类型。

ID 域：1 Byte，定义帧功能 ID。

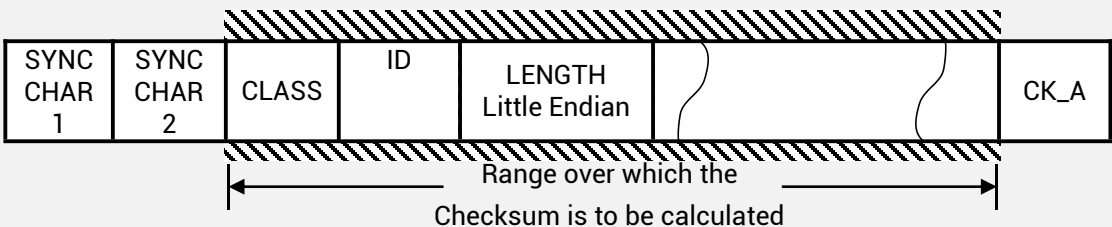
Length 长度域：2 Byte，定义 Data 数据域的字节长度，不包括帧同步字，Class 域，ID 域和

Checksum 域：双字节无符号整型，小端模式，低字节在前，高字节在后。

Data 域：数据部分，长度可变，内容由 Class 和 ID 域决定。

Checksum 域：双字节无符号整型，小端模式，低字节在前，高字节在后，计算方法如下。

Checksum 计算：



The checksum 的运算是 16 位 CRC 验证，只包括 CLASS，ID，LENGTH 和 DATA 部分。

```
INT16U const CRC16Table[256] = {
    0x0000, 0xC0C1, 0xC181, 0x0140, 0xC301, 0x03C0, 0x0280, 0xC241,
    0xC601, 0x06C0, 0x0780, 0xC741, 0x0500, 0xC5C1, 0xC481, 0x0440,
    0xCC01, 0x0CC0, 0x0D80, 0xCD41, 0x0F00, 0xCFC1, 0xCE81, 0x0E40,
    0x0A00, 0xCAC1, 0xCB81, 0x0B40, 0xC901, 0x09C0, 0x0880, 0xC841,
    0xD801, 0x18C0, 0x1980, 0xD941, 0x1B00, 0xDBC1, 0xDA81, 0x1A40,
    0x1E00, 0xDEC1, 0xDF81, 0x1F40, 0xDD01, 0x1DC0, 0x1C80, 0xDC41,
    0x1400, 0xD4C1, 0xD581, 0x1540, 0xD701, 0x17C0, 0x1680, 0xD641,
    0xD201, 0x12C0, 0x1380, 0xD341, 0x1100, 0xD1C1, 0xD081, 0x1040,
    0xF001, 0x30C0, 0x3180, 0xF141, 0x3300, 0xF3C1, 0xF281, 0x3240,
    0x3600, 0xF6C1, 0xF781, 0x3740, 0xF501, 0x35C0, 0x3480, 0xF441,
    0x3C00, 0xFCC1, 0xFD81, 0x3D40, 0xFF01, 0x3FC0, 0x3E80, 0xFE41,
    0xFA01, 0x3AC0, 0x3B80, 0xFB41, 0x3900, 0xF9C1, 0xF881, 0x3840,
    0x2800, 0xE8C1, 0xE981, 0x2940, 0xEB01, 0x2BC0, 0x2A80, 0xEA41,
    0xEE01, 0x2EC0, 0x2F80, 0xEF41, 0x2D00, 0xEDC1, 0xEC81, 0x2C40,
    0xE401, 0x24C0, 0x2580, 0xE541, 0x2700, 0xE7C1, 0xE681, 0x2640,
    0x2200, 0xE2C1, 0xE381, 0x2340, 0xE101, 0x21C0, 0x2080, 0xE041,
```

```

0xA001, 0x60C0, 0x6180, 0xA141, 0x6300, 0xA3C1, 0xA281, 0x6240,
0x6600, 0xA6C1, 0xA781, 0x6740, 0xA501, 0x65C0, 0x6480, 0xA441,
0x6C00, 0xACC1, 0xAD81, 0x6D40, 0xAF01, 0x6FC0, 0x6E80, 0xAE41,
0xAA01, 0x6AC0, 0x6B80, 0xAB41, 0x6900, 0xA9C1, 0xA881, 0x6840,
0x7800, 0xB8C1, 0xB981, 0x7940, 0xBB01, 0x7BC0, 0x7A80, 0xBA41,
0xBE01, 0x7EC0, 0x7F80, 0xBF41, 0x7D00, 0xBDC1, 0xBC81, 0x7C40,
0xB401, 0x74C0, 0x7580, 0xB541, 0x7700, 0xB7C1, 0xB681, 0x7640,
0x7200, 0xB2C1, 0xB381, 0x7340, 0xB101, 0x71C0, 0x7080, 0xB041,
0x5000, 0x90C1, 0x9181, 0x5140, 0x9301, 0x53C0, 0x5280, 0x9241,
0x9601, 0x56C0, 0x5780, 0x9741, 0x5500, 0x95C1, 0x9481, 0x5440,
0x9C01, 0x5CC0, 0x5D80, 0x9D41, 0x5F00, 0x9FC1, 0x9E81, 0x5E40,
0x5A00, 0x9AC1, 0x9B81, 0x5B40, 0x9901, 0x59C0, 0x5880, 0x9841,
0x8801, 0x48C0, 0x4980, 0x8941, 0x4B00, 0x8BC1, 0x8A81, 0x4A40,
0x4E00, 0x8EC1, 0x8F81, 0x4F40, 0x8D01, 0x4DC0, 0x4C80, 0x8C41,
0x4400, 0x84C1, 0x8581, 0x4540, 0x8701, 0x47C0, 0x4680, 0x8641,
0x8201, 0x42C0, 0x4380, 0x8341, 0x4100, 0x81C1, 0x8081, 0x4040
};

```

INT16U CRC16(INT8U *p, INT16U length)

```

{
    INT16U checksum = 0;
    for( ; length > 0; length-- )
    {
        checksum = ( checksum >> 8 ) ^ CRC16Table[ (checksum&0xFF) ^ *p ];
        p++;
    }
    return checksum;
}

```

设置通信波特率 (0x0c 0x02) :

主机发送:

Message	设置通信波特率				
Description	设置通信波特率				
传输方向	命令				
Message Structure	Header 'T"M'	Class, ID 0x0C, 0x02	Length(1)	Data (Length) Bytes	Checksum
Data Contents:					
Byte Offset	No. Format		Name	Unit	Comment
0	INT8U	-	波特率	-	3: 9600 4: 14400 5: 19200 6: 28800 7: 38400 8: 56000 9: 57600 10: 115200

从机回复:

Message	设置通信波特率				
Description	设置通信波特率				
传输方向	响应				
Message Structure	Header 'T"M'	Class, ID 0x0C, 0x02	Length(0)	Data (Length) Bytes	Checksum

例：波特率设为 115200：

TX: 54 4D 0C 02 01 00 0A C0 7E

RX: 54 4D 0C 02 00 00 XX XX

设置数据输出频率(0x0f 0x15)：

主机发送：

Message	设置数据输出频率				
Description	设置数据输出频率				
传输方向	命令				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x15	Length(1)	Data (Length) Bytes	Checksum
Data Contents:					
Byte Offset	No. Format	Scaling	Name	Unit	Comment
0	INT8U	-	数据输出频率	-	0: 1HZ 1: 5HZ 2: 10HZ 3: 25HZ 4: 50HZ 5: 100HZ

从机回复：

Message	数据输出频率				
Description	数据输出频率				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x15	Length(0)	Data (Length) Bytes	Checksum

设置输出数据类型(0x0f 0x25)：

主机发送：

Message	输出数据类型				
Description	输出数据类型				
传输方向	命令				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x25	Length(1)	Data (Length) Bytes	Checksum
Data Contents:					
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Comment
0	INT8U	-	Data output mode	-	0: 欧拉角+9 轴数据 1: 欧拉角+9 轴数据 (体加速度) 2: 欧拉角

从机回复：

Message	输出数据类型				
Description	输出数据类型				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x25	Length(0)	Data (Length) Bytes	Checksum

0: 欧拉角+9 轴数据：正常工作模式，数据输出为欧拉角及传感器值。

1: 欧拉角+9 轴数据(体加速度)：数据输出为欧位角及去重力加速度后的线加速度输出，
其它跟 **0：欧拉角+9 轴数据** 模式一样。

2: 欧拉角：跟 **1: 欧拉角+9 轴数据(体加速度)** 模式相比，payload 中仅有欧拉角，传感器值不包含在数据段中，适合低波特率，又需要比较高频率数据包输出的情况。

设置运行模式(**0x0f 0x24**):

主机发送：

Message	运行模式				
Description	运行模式				
传输方向	命令				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x24	Length(1)	Data (Length)Bytes	Checksum
Data Contents:					
Byte Offset	No. Format	Scaling	Name	Unit	Comment
0	INT8U	-	Running mode	-	1:6 轴 2:9 轴

从机回复：

Message	运行模式				
Description	运行模式				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x24	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

磁方位水平校准开始(**0x0f, 0x16**):

主机发送：

Message	水平校准开始				
Description	水平校准开始				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x16	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

从机回复：

Message	水平校准开始				
Description	水平校准开始				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x16	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

磁方位水平校准停止 (**0x0f, 0x17**) :

主机发送：

Message	水平校准停止				
Description	水平校准停止				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x17	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

从机回复：

Message	水平校准停止				
Description	水平校准停止				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class,ID0x0f, 0x17	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

磁方位垂直向上校准开始(0x0f, 0x0B)：

主机发送：

Message	垂直向上校准开始				
Description	垂直向上校准开始				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class,ID0x0f, 0x0B	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

从机回复：

Message	垂直向上校准开始				
Description	垂直向上校准开始				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class,ID0x0f, 0x0B	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

磁方位垂直向上校准停止 (0x0f, 0x0C)：

主机发送：

Message	垂直向上校准停止				
Description	垂直向上校准停止				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class,ID0x0f, 0x0C	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

从机回复：

Message	垂直向上校准停止				
Description	垂直向上校准停止				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class,ID0x0f, 0x0C	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

读取磁偏角大小 (0x0f, 0x0F)：

主机发送：

Message	读取磁偏角				
Description	读取磁偏角				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class,ID0x0f, 0x0F	Length(0)	Data (Length)Bytes	Checksum

从机回复：

Message	读取磁偏角				
Description	读取磁偏角				
传输方向	命令				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x0F	Length (0x0035)	Data (Length) Bytes	Checksum
Data Contents:					
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Comment
0	INT8U	-	0	-	0
1	INT8U	-	0	-	0
...		-	0	-	0
48	INT8U	-	0	-	0
49	FP32	-	磁偏角	-	Magseth, 小端模式存储

设置磁偏角大小 (0x0f, 0x10) :

主机发送：

Message	设置磁偏角				
Description	设置磁偏角				
传输方向	命令				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0xf, 0x10	Length (0x0035)	Data (Length) Bytes	Checksum
Data Contents:					
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Purpose/Comment
0	INT8U	-	0	-	0
1	INT8U	-	0	-	0
...		-	0		0
48	INT8U	-	0		0
49	FP32		磁偏角		Magseth, 小端模式存储

从机回复：

Message	设置磁偏角				
Description	设置磁偏角				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x10	Length(0)	Data (Length) Bytes	Checksum

清除磁偏角 (0x0f, 0x11) :

主机发送:

Message	清除磁偏角				
Description	清除磁偏角				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x11	Length(0)	Data (Length) Bytes	Checksum

从机回复:

Message	清除磁偏角				
Description	清除磁偏角				
传输方向	B 响应				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x11	Length(0)	Data (Length) Bytes	Checksum

IMU 数据输出

通数据输出模式进行设置。

标准姿态及传感器输出(0x0f, 0x01):

Message	姿态输出				
Description	标准姿态及传感器输出				
传输方向	仅输出				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID 0x0f, 0x01	Length (50)	Payload (Length) Bytes	Checksum
Payload Contents:					
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Purpose / Comment
0	INT8U	-	Flags	-	Reserved
1	FP32	-	Roll	degree	+/-180 Roll
5	FP32	-	Pitch	degree	+/-90 Pitch
9	FP32	-	Yaw	degree	+/-180 Heading
13	FP32	-	Gx	deg/s	Gyro x
17	FP32	-	Gy	deg/s	Gyro y
21	FP32	-	Gz	deg/s	Gyro z
25	FP32	-	Ax	g	Acceleration x
29	FP32	-	Ay	g	Acceleration y
33	FP32	-	Az	g	Acceleration z
37	FP32	-	Mx	uT	Mag x
41	FP32	-	My	uT	Mag y
45	FP32	-	Mz	uT	Mag z
49	INT8U		SOC	%	电池电量百分比

注意: 浮点数存储为小端模式, 低字节在前, 高字节在后;。

姿态输出(0x0f, 0x01):

Message	姿态输出				
Description	姿态输出				
传输方向	仅输出				
Message Structure	Header 'T' 'M'	Class, ID0x0f, 0x01	Length (14)	Payload (Length) Bytes	Checksum
Payload Contents:					
Byte Offset	Number Format	Scaling	Name	Unit	Purpose / Comment
0	INT8U	-	Flags	-	Reserved
1	FP32	-	Roll	degree	+/-180 Roll
5	FP32	-	Pitch	degree	+/-90 Pitch
9	FP32	-	Yaw	degree	+/-180 Heading
13	INT8U		SOC	%	电池电量百分比