

## 1 特性

### 1.1 硬件

- 高性能，低噪声战术级 MEMS-IMU
- 出厂-40-85°C全温温补，标定比例因子、交叉轴、零偏
- 陀螺仪零偏不稳定性可达 1°/h
- 加速度计零偏不稳定性可达 0.007mg
- 精准的同步信号，支持 PPS 和 UTC/GPRMC 时间同步
- 优异的抗振性
- 集成温度传感器
- 可外接 GNSS
- 小体积表贴封装，易于集成
- RoHS、CE 认证

### 1.2 软件

- 自适应扩展卡尔曼融合算法，高达 1000Hz 输出，低延时
- 优异的动态跟随性能并且振动抑制性好
- 对线性加速度有出色的抑制作用
- 启动时间<1s
- 支持二进制、CANopen、Modbus 等多种协议
- 无需外部指令配置、直接输出数据
- 丰富的用户配置指令
- 多功能 GUI，方便操作
- 支持 ROS、C、QT 等多种例程

## 2 应用

- 精密仪器仪表
- 平台稳定和控制
- 工程机械
- 人形机器人
- 无人机
- 低速无人驾驶机器人

## 3 描述

### 3.1 产品外观

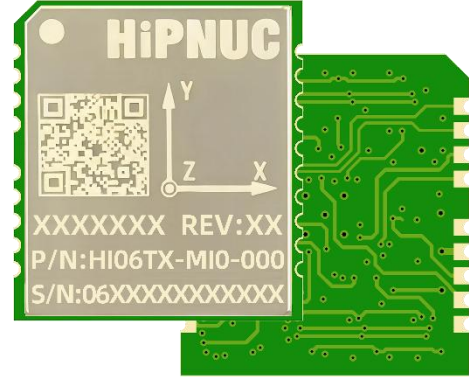


Figure1: HI06

### 3.2 系统框图

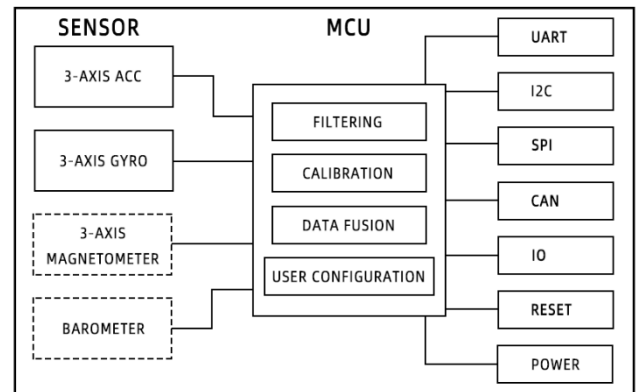


Figure2: Functional block diagram

**Note1:** 虚线表示有的型号不支持，具体请看产品选型表 Table1

### 3.3 通用描述

HI06 系列是利用战术级 MEMS-IMU 传感器组成的 IMU/VRU/AHRS/INS 系统，并且搭载了自主研发的自适应扩展卡尔曼滤波、IMU 噪声动态分析算法、载体运动状态分析算法以及 GNSS 融合算法可以为用户提供精准的位置、姿态、速度等信息。

每一个传感器出厂之前都经过了精细的补偿包括温度、零偏、比例因子、跨轴。

HI06 系列传感器通过 UART/CAN/I2C 接口进行数据传输，并且拥有丰富的用户配置。

HI06 系列可以通过外部触发与系统进行同步，可以接收 UTC/GPRMC 时间，还以通过同步输出功能与外部系统比如雷达、摄像头时间对齐。

多功能上位机(GUI)可以帮助快速地评测产品，这些功能包括并不限于模块配置、数据显示、固件升级、数据记录等。

选型与订购信息，请参见 Table 1, Table 2。

目录

1 特性 ..... 1

    1.1 硬件..... 1

    1.2 软件..... 1

2 应用 ..... 1

3 描述 ..... 1

    3.1 产品外观 ..... 1

    3.2 系统框图 ..... 1

    3.3 通用描述 ..... 1

4 产品选型..... 4

5 产品订购..... 5

    5.1 订购信息 ..... 5

    5.2 联系我们 ..... 5

6 文档信息..... 6

    6.1 适用范围 ..... 6

    6.2 文档版本信息..... 6

    6.3 相关文档与开发套件..... 6

7 HI06 系统架构..... 7

    7.1 IMU 子系统..... 7

    7.2 VRU 子系统 ..... 7

    7.3 AHRS 子系统 ..... 7

    7.4 INS 子系统 ..... 7

8 引脚定义..... 8

9 外设接口与参考设计 ..... 9

    9.1 电源参考设计..... 9

    9.2 UART1/UART2 通信..... 9

    9.3 串口典型参考设计 ..... 9

    9.4 I2C 通信 ..... 10

    9.5 CAN 通信 ..... 10

    9.6 CAN 典型参考设计 ..... 10

    9.7 同步系统参考设计 ..... 10

        9.7.1 传感器与用户主机同步(串口通信) ..... 10

        9.7.2 传感器与 GNSS 同步(串口通信) ..... 11

        9.7.3 Bom 表 ..... 11

10 传感器性能参数 ..... 12

    10.1 陀螺仪 ..... 12

    10.2 加速度计 ..... 13

10.3 磁力计 ..... 14

10.4 温度传感器 ..... 14

10.5 初始零偏 ..... 15

10.6 姿态角精度 ..... 16

11 系统与电气参数 ..... 17

11.1 电气参数 ..... 17

11.2 接口参数 ..... 17

11.3 系统参数 ..... 17

11.4 绝对最大值 ..... 17

12 产品尺寸 ..... 18

12.1 产品尺寸与引脚定义 ..... 18

12.1.1 HI06 产品尺寸 ..... 18

12.1.2 HI06 产品尺寸数据表 ..... 18

12.1.3 HI06 推荐封装尺寸 ..... 19

12.1.4 HI06 推荐尺寸数据表 ..... 19

13 坐标系定义 ..... 20

13.1 坐标系 ..... 20

13.2 传感器质心位置 ..... 20

14 评估板与配线 ..... 21

15 通信协议 ..... 22

15.1 串行二进制协议 ..... 22

15.2 Modbus ..... 22

15.3 CAN ..... 22

16 同步功能 ..... 23

17 焊接与安装 ..... 24

17.1 焊接曲线 ..... 24

17.2 安装建议 ..... 25

18 常见问题 ..... 26

18.1 串口问题 ..... 26

4 产品选型

Table 1: 选型信息

| HI06a-b-c¹ |    |       |                               |  |  |        |                          |  |                 |
|------------|----|-------|-------------------------------|--|--|--------|--------------------------|--|-----------------|
| 标识         | 系列 | a-传感器 |                               |  |  | b-数据接口 |                          |  | c-其他信息          |
| HI         | 06 | T3    | 6DoF +Magnetic 1.7°/h 0.012mg |  |  | MI0    | UART/I2C/CAN 需外置 CAN 收发器 |  |                 |
|            |    |       |                               |  |  |        |                          |  | 000 默认<br>其他 定制 |

Note1: 型号举例：HI06T3-MI0-000

5 产品订购

5.1 订购信息

Table 2: 订购信息

| Part Number    | Name            | Description                  | Note |
|----------------|-----------------|------------------------------|------|
| HI06T3-MI0-000 | IMU/AHRS Module | 6DoF+Magnetic 1.7°/h 0.012mg |      |

5.2 联系我们

产品可以通过以下形式订购：

- 1. 可以通过邮件与我们销售联系 sales@hipnuc.com
- 2. 可直接拨打电话进行联系  
座机：010-69726346  
移动电话：15801501203  
web: www.hipnuc.com
- 3. 添加微信



4. 公众号与官网

新产品和技术资料可以通过官网获得



## 6 文档信息

### 6.1 适用范围

文档适用于硬件版本为 A0 及以上的模组

### 6.2 文档版本信息

Table 3: 文件版本

| 版本  | 日期           | 章节 | 变更内容 |
|-----|--------------|----|------|
| 1.0 | May 31, 2025 | -  | 初始版本 |

### 6.3 相关文档与开发套件

1. 指令与编程手册
2. Step/封装文件
3. 评估板 EVAL HI06 规格书与设计文件
4. CE/RoHS 等认证文件
5. GUI 上位机与参考例程

## 7 HI06 系统架构

HI06 系列是一款集战术级 IMU、VRU、AHRS、INS 多种功能于一体的全功能传感器模组，出厂经过严格的比例因子、跨轴、温度、零偏的标定测试，可以为用户提供传感器基础数据(加速度、角速度、地磁场)、三维方向数据（欧拉角即俯仰、横滚、偏航）、四元数等数据。如果用户外接 GNSS，还可以提供速度、位置等信息。

HI06 模组配备了 3 轴加速度计、3 轴陀螺仪、3 轴地磁和一颗高性能的处理器。该控制器主要用于传感器的同步、标定、算法融合以及用户配置等功能，同时基于应用场景与传感器特性我们为用户提供了多种模式比如 6DOF、AHRS、地磁辅助航向角、人形机器人、高振动等，详情参考指令与编程手册。

### 7.1 IMU 子系统

HI06 可以作为 IMU 可以为用户提供三维加速度，三维角速度相比于传统的 IMU 芯片，其优势在于这些数据经过了出厂的严格标定与补偿包括(交叉轴、比例因子、零偏、温度)。

### 7.2 VRU 子系统

经过我们自研的算法融合引擎，HI06 基于 IMU 基础数据可以输出基于重力参考系的三维方向数据，这些数据包含无漂移的俯仰角、横滚角以及无参考的偏航角（上电从 0 度开始累加），这些数据拥有优异的抗振性以及动态性。虽然偏航角没有参考，但是仍然具有行业内领先的低漂移特性。

### 7.3 AHRS 子系统

在 IMU/VRU 基础上我们引入了高精度，大量程的 TMR 地磁传感器,使 HI06 升级为更强的航姿参考系统 AHRS，可以为用户输出无漂移的俯仰角、横滚角、以及基于磁北的偏航角。

### 7.4 INS 子系统

HI06 系列传感器可以通过外接 GNSS 升级为强大的 INS 模组，可以为用户提供完备的速度、位置、姿态、授时等数据

8 引脚定义

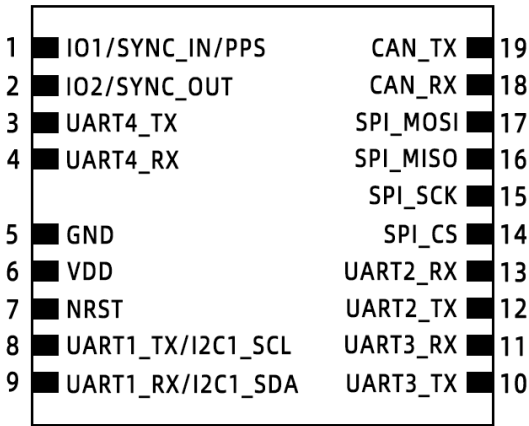


Figure3: HI06XX-MI0 pin assignment

Table 4: 引脚功能描述

| Pin Number | Pin Name         | Type  | Functional                       | Note |
|------------|------------------|-------|----------------------------------|------|
| 1          | IO1(SYNC_IN/PPS) | I/O   | 同步输入，可以接受外部触发信号 比如 GNSS 的 PPS 信号 |      |
| 2          | IO2(SYNC_OUT)    | I/O   | 同步输出，可作为 Data ready 信号           |      |
| 3          | UART4_TX         | I/O   | 模块 UART4 发送，当前需悬空                |      |
| 4          | UART4_RX         | I/O   | 模块 UART4 接收，当前需悬空                |      |
| 5          | GND              | Power | 电源地                              |      |
| 6          | VDD              | power | 模块电源输入 3.3-5V                    |      |
| 7          | NRST             | I     | 复位引脚,低电平复位模块，建议连接主机 GPIO，不用可悬空   |      |
| 8          | UART1_TX/I2C_SCL | I/O   | 模块 UART1 发送/I2C 时钟信号             |      |
| 9          | UART1_RX/I2C_SDA | I/O   | 模块 UART1 接收/I2C 数据信号             |      |
| 10         | UART3_TX         | I/O   | 模块 UART3 发送,可外接 GNSS 模块          |      |
| 11         | UART3_RX         | I/O   | 模块 UART3 接收,可外接 GNSS 模块          |      |
| 12         | UART2_TX         | I/O   | 模块 UART2 发送                      |      |
| 13         | UART2_RX         | I/O   | 模块 UART2 接收, 可接收 UTC/GPRMC 时间    |      |
| 14         | SPI_CS           | I/O   | SPI 片选信号，当前需悬空                   |      |
| 15         | SPI_SCK          | I/O   | SPI 时钟信号，当前需悬空                   |      |
| 16         | SPI_MISO         | I/O   | SPI 数据输出信号(从机)，当前需悬空             |      |
| 17         | SPI_MOSI         | I/O   | SPI 数据输入信号(从机)，当前需悬空             |      |
| 18         | CAN_RX           | I/O   | CAN 接收信号                         |      |
| 19         | CAN_TX           | I/O   | CAN 发送信号                         | 1    |

Note1: 如使用 CAN 需外接 CAN 收发器，比如 TJA1044

Table 5: 串口功能描述

| UART  | Functional                            |
|-------|---------------------------------------|
| UART1 | 主通信串口，用于数据输出，指令配置输入，固件升级              |
| UART2 | 副通信串口，与串口 1 功能一致，同时支持其他功能配置，详见指令与编程手册 |
| UART3 | 可外接 gnss 模组用于组合导航                     |
| UART4 | 保留                                    |



## 9 外设接口与参考设计

### 9.1 电源参考设计

HI06 系列内置 LDO 以及电源滤波过流和过压保护电路，尽可能的减少外部电源噪声对内部系统进行干扰，因此用户可以选择用 LDO/DC-DC 对模块进行供电，电压范围 3.3-5V。

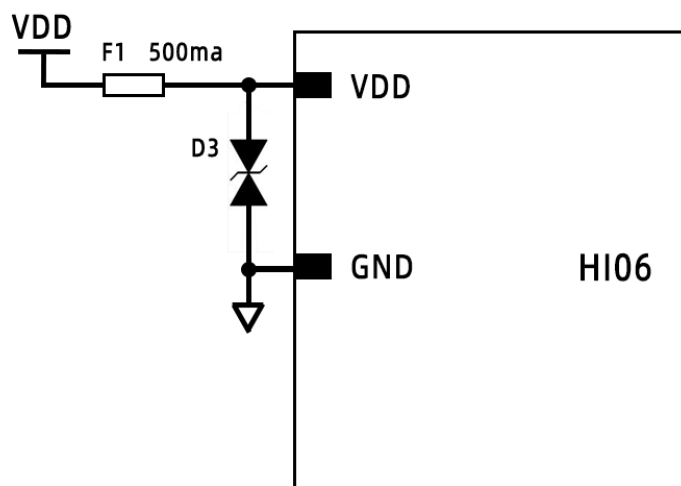


Figure4: HI06 电源参考电路

### 9.2 UART1/UART2 通信

HI06 系列传感器可通过 UART1/UART2 以半双工模式通信帧格式为 (8N1): 115200 波特率、8 位数据位、无奇偶校验、1 位停止位。用户也可以外接 RS-485/RS-422 收发器变为 485/422 通信。

**Note1:** 波特率与数据传输帧率都可以通过指令更改，详情参考指令与编程手册

### 9.3 串口典型参考设计

建议用户的处理器的逻辑电平为 3.3V，如果需要与 5V 或者 1.8V 处理器串口通信需要用户自行加电平转换芯片。

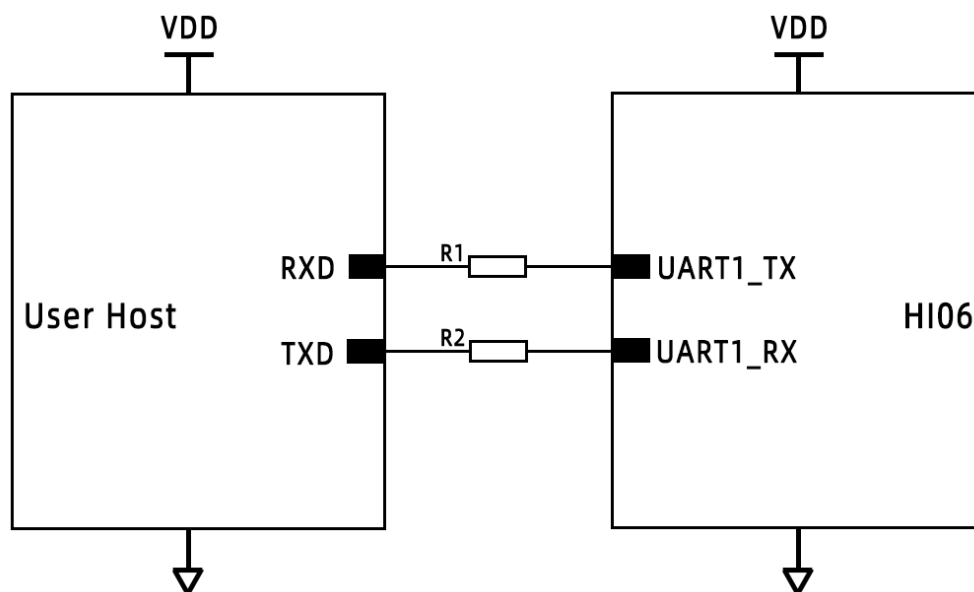


Figure5: HI06 串口通信参考电路

9.4 I2C 通信

后续支持

9.5 CAN 通信

模块支持标准的 CAN2.0B 通信，默认波特率 500K。

9.6 CAN 典型参考设计

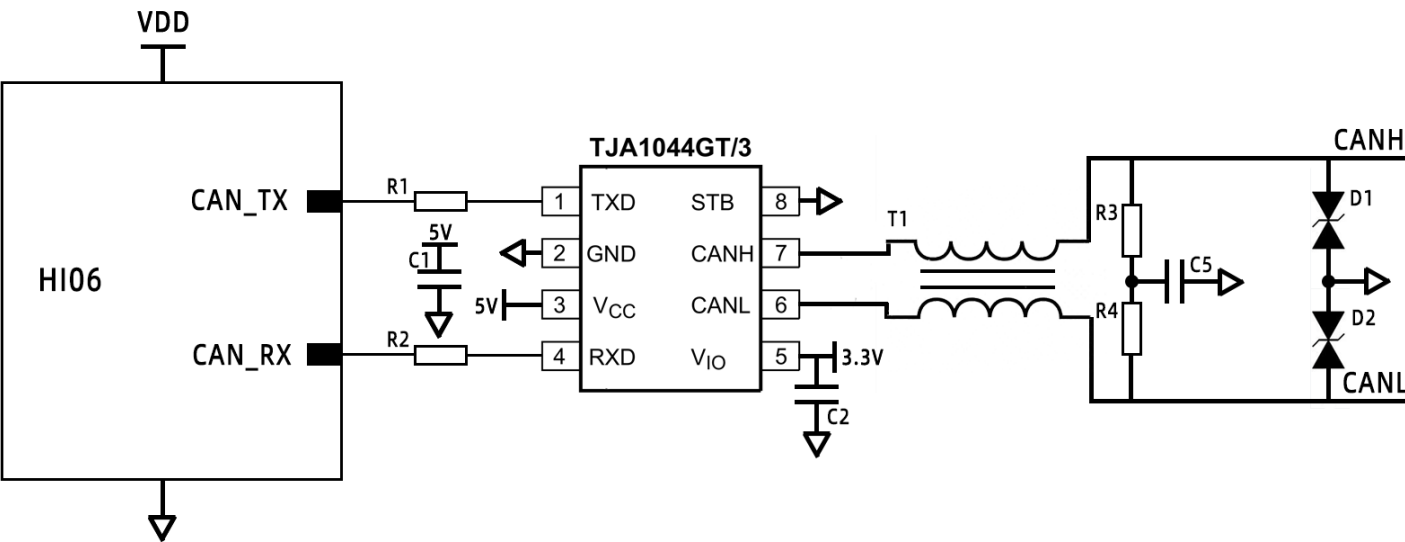


Figure6: HI06XX-MI0 CAN 通信电路参考

**Note1:** 波特率可以通过指令修改，参考指令与编程手册。

**Note2:** R3, R4 为总线匹配电阻，用户可以根据系统需要决定是否添加。

9.7 同步系统参考设计

9.7.1 传感器与用户主机同步(串口通信)

此种连接方式需要用户将 IO1/IO2 与主机系统相连，进行数据同步。可以不同时使用，具体需要使用哪种同步与用户系统设计有关。

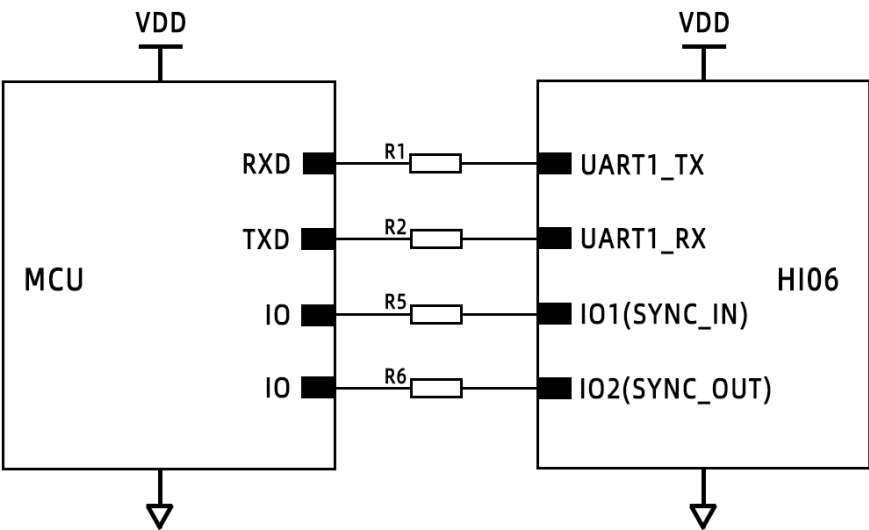


Figure7: HI06 串口通信带同步

**Note1:** 如果用户使用 IO1，此时 MCU IO 的产生的脉冲应该与数据帧率同频，详情参考指令与编程手册

**Note2:** 如果用户使用 IO2，可以当做 Data Ready 信号，详情参考指令与编程手册

9.7.2 传感器与 GNSS 同步(串口通信)

HI06 可以通过外部 GNSS 的 PPS 和 UTC/GPRMC 时间进行数据同步，此时注意 HI06，用户主机，GNSS 三者之间共地

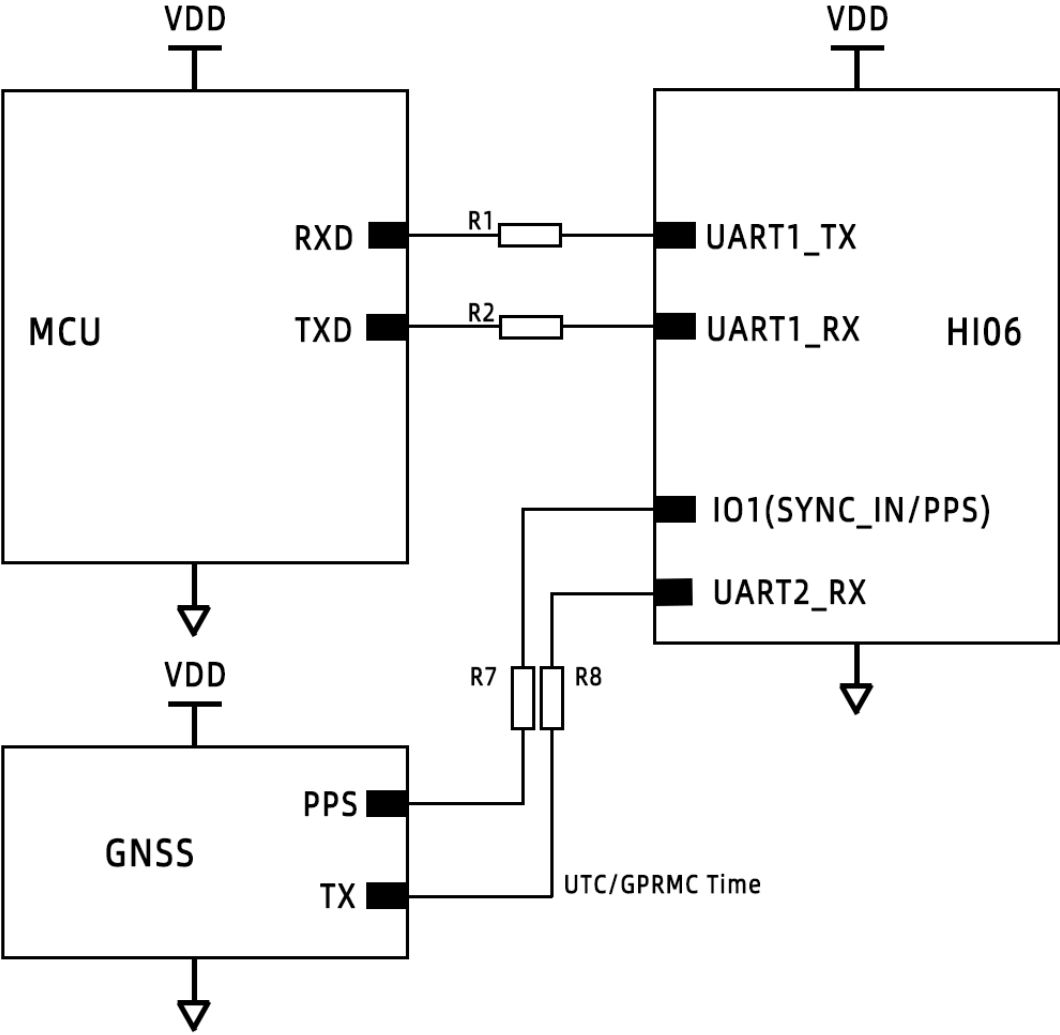


Figure8: HI06 与 GNSS 同步

**Note1:** 如果用户使用 IO1，此时 IO1 接收 GNSS 的 PPS 信号，并且 UART3\_RX 接收 GNSS 的 UTC 时间，详情参考指令与编程手册

9.7.3 Bom 表

Table 6: 参考设计 Bom

| Item         | Reference         | Part                           | P/N                 | Vendor |
|--------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|--------|
| Fuse         | F1                | 500mA                          | JK-SMD0603-050-6    | JK     |
| TVS          | D3                | SMF5.0CA                       | SMF5.0CA            | TWGMC  |
| Resistor     | R1,R2,R5,R6,R7,R8 | 1K                             | RC0402JR-071KL      | YAGEO  |
| Resistor     | R3,R4             | 60.4Ω                          | RC1206FR-0760R4L    | YAGEO  |
| Capacitor    | C1,C2             | 0.1uF                          | CC0402KRX5R7BB104   | YAGEO  |
| Capacitor    | C5                | 1nF                            | CC0402KRX7R9BB102   | YAGEO  |
| Common Choke | T1                | 5.8kΩ@10MHz 100uH@100kHz 150mA | ACT45B-101-2P-TL003 | TDK    |
| TVS          | D1,D2             | SMBJ33CA                       | SMBJ33CA            | BORN   |

**Note1:** 1K 电阻可以根据用户实际场景进行匹配传输距离远可以降低阻值 33R，100R 也可以

10 传感器性能参数

10.1 陀螺仪

Table 7: 陀螺仪性能参数

| Parameters     | Condition      | Product | Min    | Nom    | Max  | Unit   | Note |
|----------------|----------------|---------|--------|--------|------|--------|------|
| 量程             |                |         | 15.625 | 2000   | 4000 | °/s    |      |
| 分辨率            |                |         |        | 20bit  |      |        |      |
| 比例因子           | 100°/s         |         |        | 150    | 200  | ppm    | 1    |
| 非线性            |                |         | -0.05  | -      | 0.05 | %Fs    | 2    |
| 噪声密度           | 带宽 80Hz        |         |        | 0.0015 |      | °/s√Hz | 3    |
| 3dB 带宽         |                |         |        | 80     | 400  | Hz     |      |
| 零速输出           |                |         |        |        | ±0.1 | °/s    | 4    |
| 采样率            |                |         |        | 1000   |      | Hz     |      |
| 零偏不稳定性         | Allan Variance |         |        | 1      | 1.2  | °/h    | 1σ   |
| 零偏稳定性          | 10s 平滑         |         |        | 2.3    |      | °/h    | 1σ   |
| 零偏重复性          | Allan Variance |         |        | 1.8    |      | °/h    |      |
| 角度随机游走         | Allan Variance |         |        | 0.05   |      | °/√h   | 1σ   |
| 零偏全温变化-40-85°C |                |         |        | 0.07   | 0.2  | °/s    | 5    |
| 加计敏感性          | All three axis |         |        | 0.05   |      | °/s/g  |      |

- Note1:** 转台正反各旋转 10 圈，取平均测得，用户焊接完后此数值会有变化，具体以实际为准
- Note2:** 在指定范围内与最佳拟合直线的最大偏差
- Note3:** 测试样本均值
- Note4:** 初始零偏标定之后，零偏可以在算法引擎中实时估计
- Note5:** 超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3°C/min

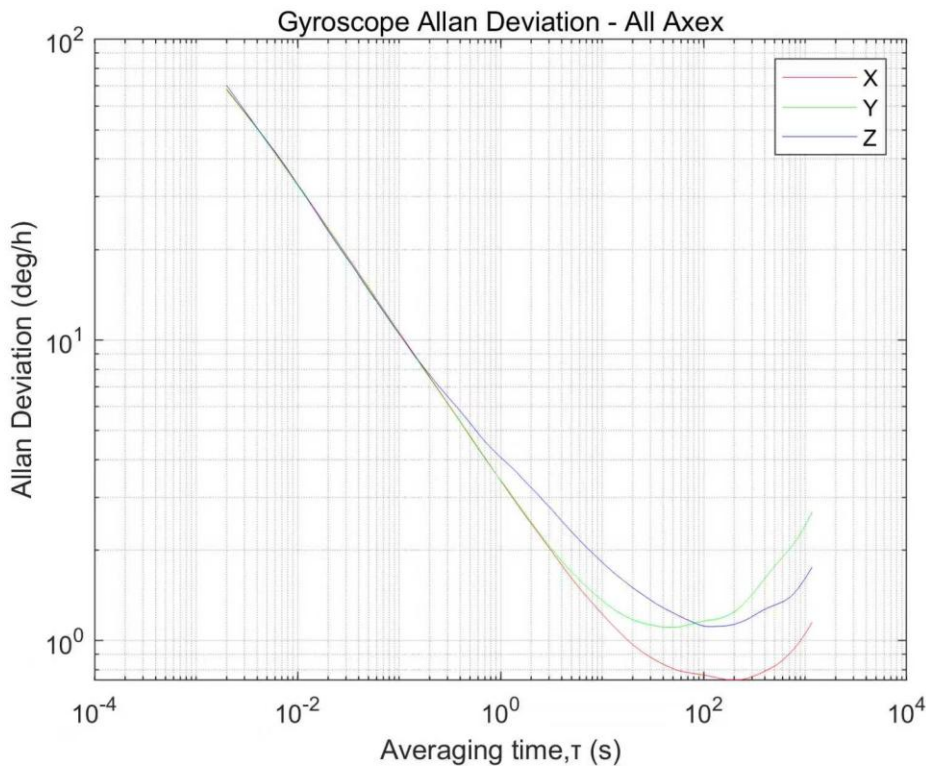


Figure9: HI06 Gyroscope Allan Variance

10.2 加速度计

Table 8: 加速度计参数

| Parameters | Condition      | Product | Min | Nom   | Max   | Unit   | Note |
|------------|----------------|---------|-----|-------|-------|--------|------|
| 量程         |                |         | 2   | 8     | 32    | g      |      |
| 分辨率        |                |         |     | 20bit |       |        |      |
| 初始零偏       |                |         |     | 2     | 10    | mg     | 1    |
| 非线性        |                |         |     | 0.01  |       | %Fs    |      |
| 3dB 带宽     |                |         |     | 90    | 400   | Hz     |      |
| 噪声密度       | 带宽 90Hz        |         |     | 0.025 | 0.038 | mg/√Hz | 2    |
| 采样率        |                |         |     | 1000  |       | Hz     |      |
| 零偏不稳定性     | Allan Variance |         |     | 0.007 |       | mg     | 1σ   |
| 零偏稳定性      | 10s 平滑         |         |     | 0.008 |       | mg     | 1σ   |
| 零偏重复性      | Allan Variance |         |     | 0.05  |       | mg     |      |
| 随机游走       | Allan Variance |         |     | 0.01  |       | m/s/√h | 1σ   |
| 零偏全温变化     | -40-85℃        |         |     | 2.5   | 5     | mg     | 3    |

- Note1: 用户焊接之后此数值会有变化以实际为准
- Note2: 测试样品平均值,1σ
- Note3: 超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3℃/min

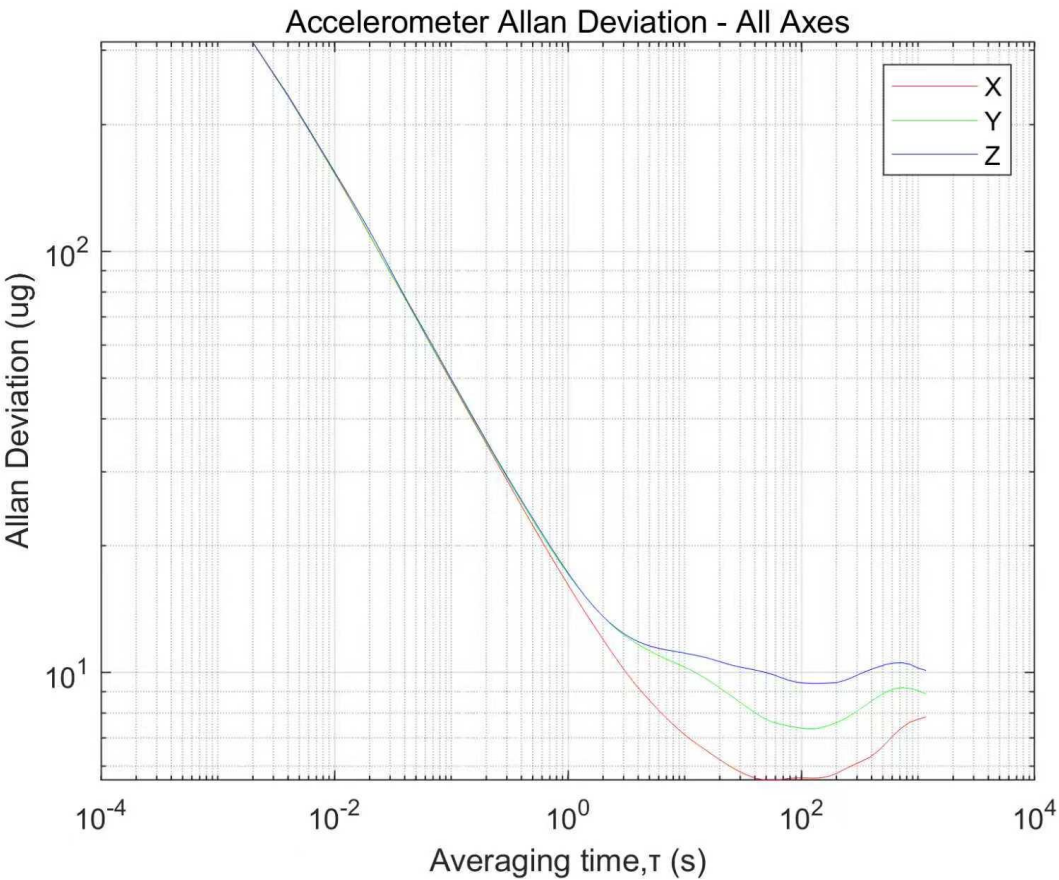


Figure10: HI06 Accelerometer Allan Variance

10.3 磁力计

Table 9: 地磁传感器参数

| Parameters | Condition | Min | Nom | Max | Unit  | Note |
|------------|-----------|-----|-----|-----|-------|------|
| 量程         |           |     | 20  |     | Gauss |      |
| 噪声         |           |     | 450 |     | nT    |      |
| 线性度        |           |     | 20  |     | uT    |      |

10.4 温度传感器

Table 10: 温度传感器参数

| Parameters   | Condition | Min | Nom | Max | Unit | Note |
|--------------|-----------|-----|-----|-----|------|------|
| 量程           |           | -40 | -   | 85  | °C   |      |
| Offset error |           |     | ±5  |     | °C   |      |

## 10.5 初始零偏

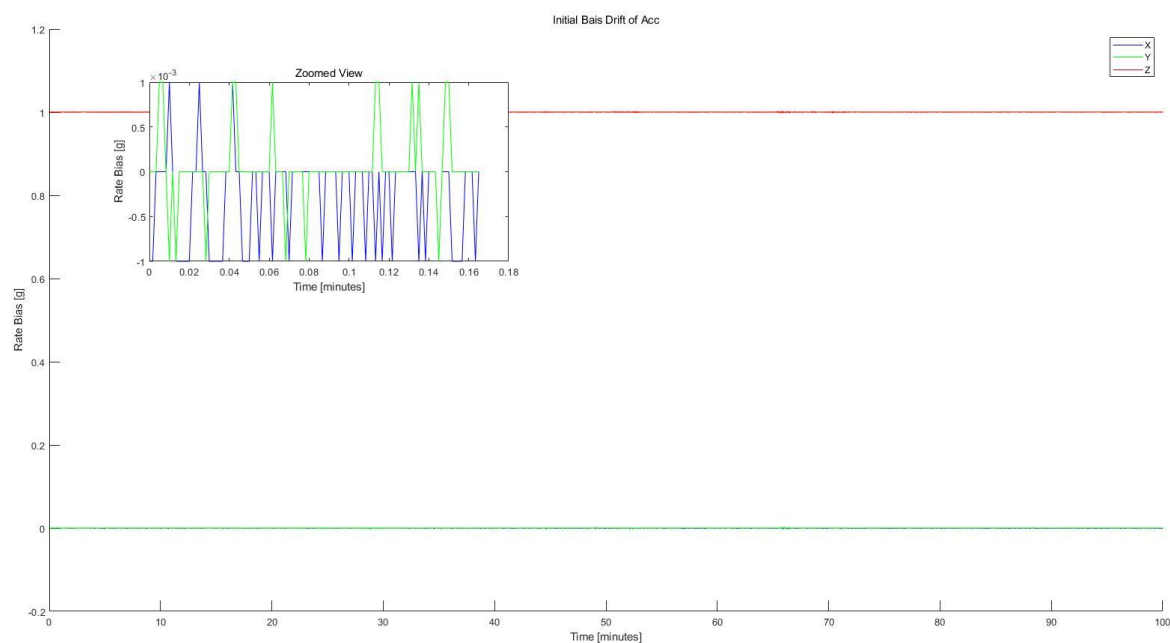


Figure11: HI06 initial bias drift of accelerometer

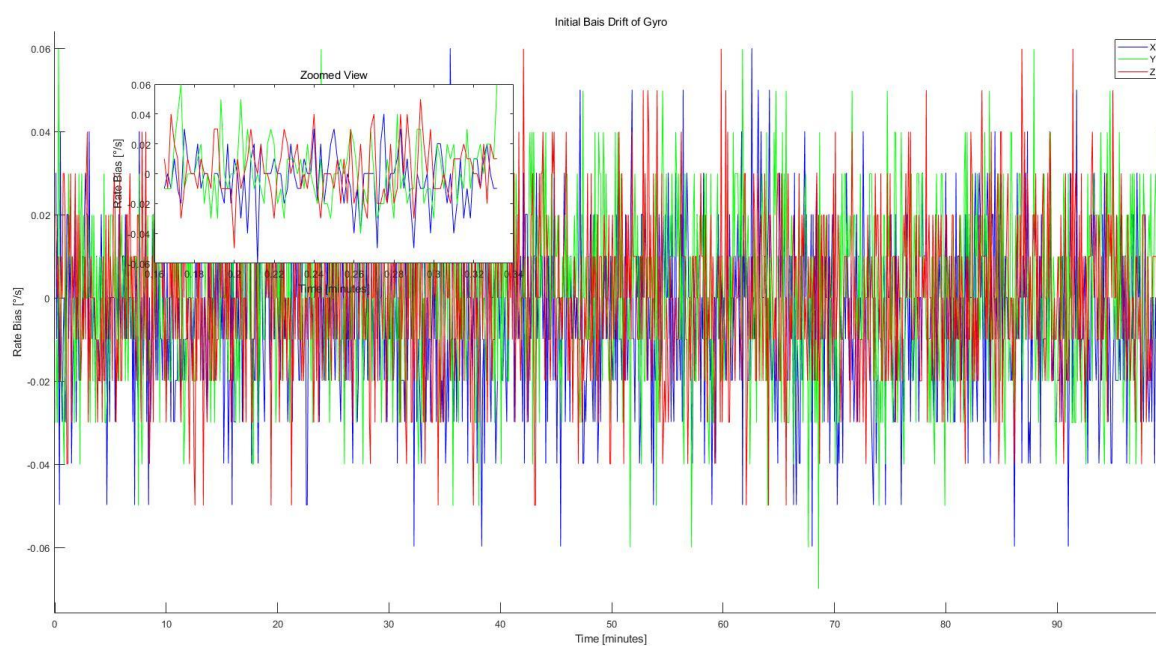


Figure12: HI06 initial bias drift of gyroscope

10.6 姿态角精度

Table 11: 姿态角精度

| Parameters    | Condition | Product | Min | Nom  | Max | Unit | Note |
|---------------|-----------|---------|-----|------|-----|------|------|
| 俯仰/横滚(静态)     |           |         |     | 0.15 | 0.2 | °    |      |
| 俯仰/横滚(动态)     |           |         |     | 0.15 | 0.2 | °    |      |
| 航向角静态漂移(6DOF) | 静止 2h     |         |     | 0.15 | 0.2 | °    | 1    |
| 航向角动态漂移(AHRS) |           |         |     | 2    | 3   | °    | 2    |
| 航向角旋转误差(6DOF) | 100°/s 旋转 |         |     | <0.6 | 1.2 | °    | 3    |

- Note1:** 模块水平静止 2h
- Note2:** 地磁校准之后，周边无磁场干扰情况下测得，需要将产品配置为 AHRS 模式
- Note3:** 转台连续旋转 10 圈，航向角累积误差，用户焊接后此数值会有变化具体以实际为准。



11 系统与电气参数

11.1 电气参数

| Parameters      | Condition       | Min  | Nom | Max | Unit | Note |
|-----------------|-----------------|------|-----|-----|------|------|
| 输入电压 VDD        |                 | 3.2  | -   | 5.5 | V    |      |
| 功耗              |                 |      |     | 220 | mW   |      |
| V <sub>OL</sub> |                 |      | -   | 0.4 | V    |      |
| V <sub>OH</sub> |                 | 2.6  |     |     | V    |      |
| V <sub>IL</sub> | V <sub>IL</sub> | -0.3 |     | 1   | V    |      |
| V <sub>IH</sub> | V <sub>IH</sub> | 1.9  |     | 3.6 | V    |      |

11.2 接口参数

| Interf      | Parameters | Condition | Min  | Nom    | Max    | Unit | Note |
|-------------|------------|-----------|------|--------|--------|------|------|
| UART1/UART2 | 波特率        |           | 9600 | 115200 | 921600 | bps  |      |
|             | 输出帧率       |           | 0    | 100    | 1000   | Hz   |      |
| UART3       |            |           |      | 115200 |        | bps  |      |
| CAN         | 波特率        |           | 125  | 500    | 1000   | kbps |      |
|             | 输出帧率       |           | 0    | 100    | 200    | Hz   |      |
| I2C         |            |           |      |        | 400    | kHz  |      |

11.3 系统参数

| Parameters | Product | Value                             | Note |
|------------|---------|-----------------------------------|------|
| 尺寸         |         | 18X20X2.6mm                       |      |
| 重量         |         | <2g                               |      |
| 系统启动时间     |         | 2s                                | 1    |
| 工作温度       |         | -40-85℃                           |      |
| 屏蔽罩材质      |         | 洋白铜                               |      |
| 抗振动        |         | 1.0mm(10Hz-58Hz)&≤20g(58Hz-600Hz) |      |
| 环保         |         | RoHS 指令 2011/65/EU                |      |
| EMC        |         | LVD Directive 2014/35/EU          |      |
| 跌落测试       |         | 在高 75cm 的实验台上，自由跌落 3 次            |      |
| 温度冲击       |         | 温度在 1h 内从-40℃升至 85℃，5 次           |      |

Note1: 系统从上电到有效数据输出的时间

11.4 绝对最大值

| Parameters | Limit     | Comment           |
|------------|-----------|-------------------|
| 机械冲击       | 10,000g   | Duration <0.2ms   |
| 存储温度       | -40℃-125℃ |                   |
| ESD HBM    | 2KV       | JEDEC/ESDA JS-001 |
| 输入电压       | 9V        |                   |
| IO To GND  | -0.3-5V   |                   |

12 产品尺寸

12.1 产品尺寸与引脚定义

All Dimensions in mm units

12.1.1 HI06 产品尺寸

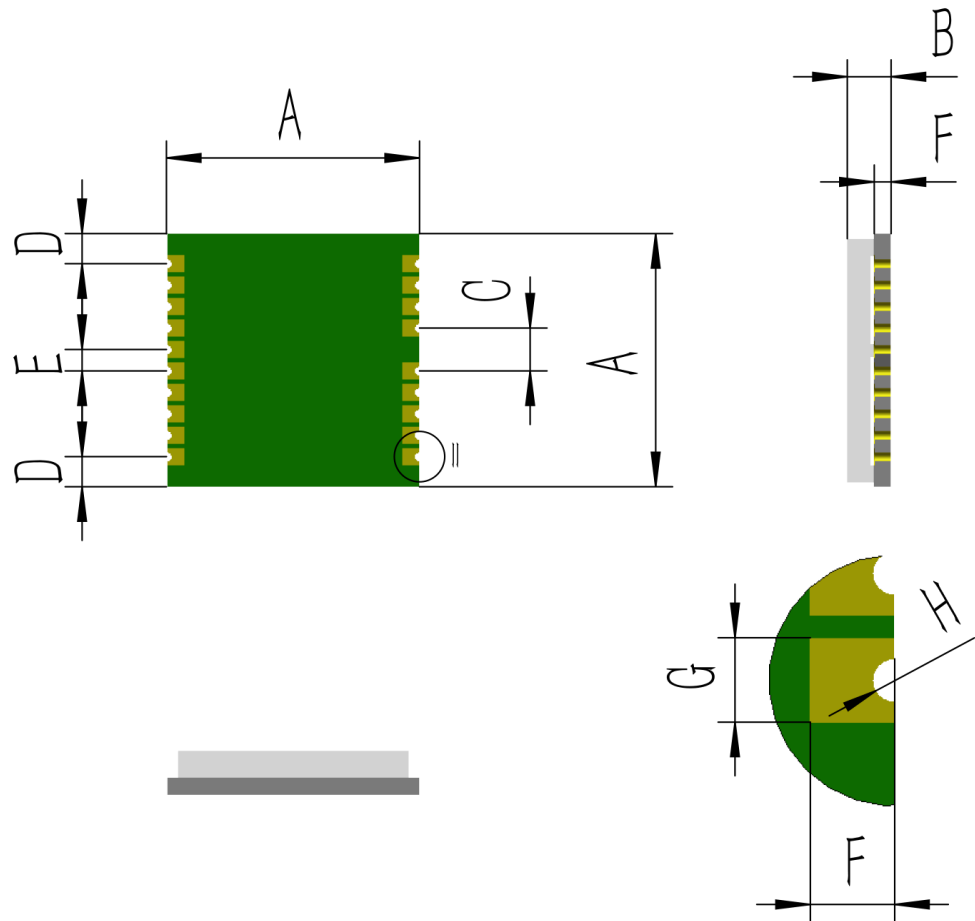


Figure13: HI06 mechanical specifications

12.1.2 HI06 产品尺寸数据表

Table 12: HI06 尺寸数据表

| Symbol | Min(mm) | Typ(mm) | Max(mm) |
|--------|---------|---------|---------|
| A      | 19.8    | 20      | 20.2    |
| B      | 2.4     | 2.5     | 2.6     |
| C      | 2.9     | 3       | 3.1     |
| D      | 3.1     | 3.25    | 3.4     |
| E      | 1.45    | 1.5     | 1.55    |
| F      | 0.9     | 1       | 1.1     |
| G      | 0.85    | 0.9     | 0.95    |

12.1.3 HI06 推荐封装尺寸

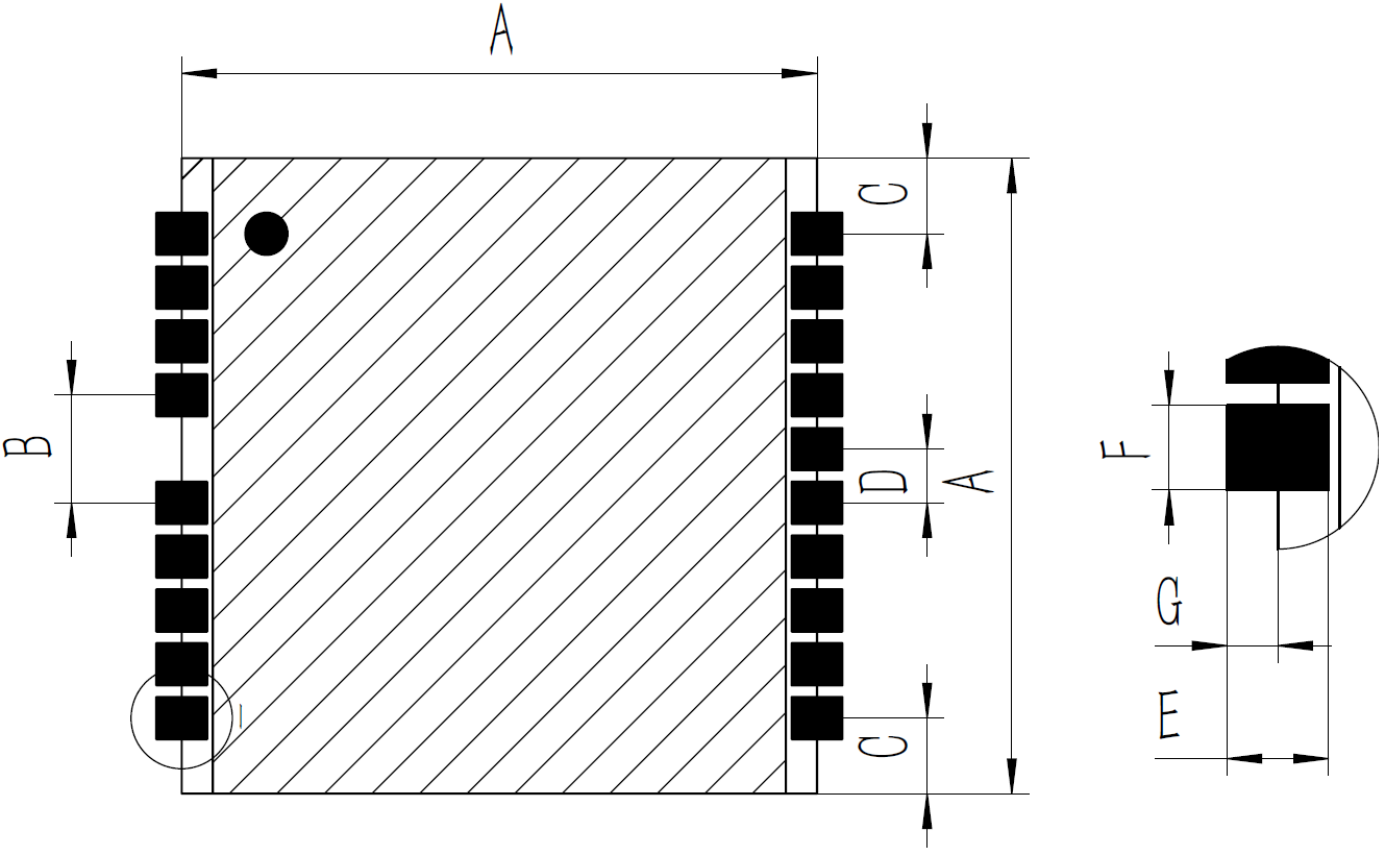


Figure14: HI06 recommended PCB footprint

**Note1:** 阴影区域内静止覆铜与走线

12.1.4 HI06 推荐尺寸数据表

| Symbol | Min(mm) | Typ(mm) | Max(mm) |
|--------|---------|---------|---------|
| A      |         | 20      |         |
| B      |         | 3       |         |
| C      |         | 3.25    |         |
| D      |         | 1.5     |         |
| E      |         | 1.8     |         |
| F      |         | 0.9     |         |
| G      |         | 1       |         |

13 坐标系定义

13.1 坐标系

载体系使用右-前-上(RFU)坐标系， 地理坐系使用东-北-天(ENU)坐标系。加速度和陀螺仪轴向如下图所示：

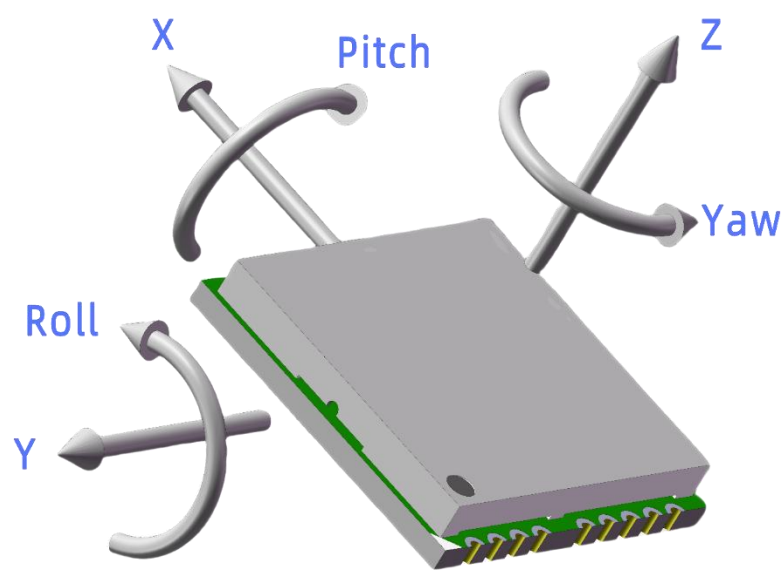


Figure15: HI06 Coordinate System

欧拉角旋转顺序为东-北-天-312(先转 Z 轴，再转 X 轴，最后转 Y 轴)旋转顺序。具体定义如下：

绕 Z 轴方向旋转：航向角\Yaw\psi(ψ) 范围：-180° - 180°

绕 X 轴方向旋转：俯仰角\Pitch\theta(θ) 范围：-90°-90°

绕 Y 轴方向旋转：横滚角\Roll\phi(φ)范围：-180°-180°

如果将模块视为飞行器的话。Y 轴正方向应视为机头方向。当传感器系与惯性系重合时，欧拉角的理想输出为:Pitch = 0°, Roll = 0°, Yaw = 0°。

用户如果需要更改传感器默认坐标系，可以参考指令与编程手册。

13.2 传感器质心位置

Table 13: HI06 系列传感器中心位置

| Axis | X-offset | Y-offset | Z-offset | Unit |
|------|----------|----------|----------|------|
| X    | 0        | -2.5     | 0        | mm   |
| Y    | 0        | -2.5     | 0        | mm   |
| Z    | 0        | -2.5     | 0        | mm   |

## 14 评估板与配线



Figure16: HI06 Cable of evaluation board

**Note1:** The length of usb cable is 1m, open cable is 20cm

## 15 通信协议

### 15.1 串行二进制协议

为方便用户使用,我们提供了比较丰富的串行协议供用户选择,更详细的内容请参考指令与编程手册。

### 15.2 Modbus

RS485 通讯协议遵循 Modbus RTU 协议规范,详细的协议请参考指令与编程手册

### 15.3 CAN

CAN 通信支持 CANopen 与 SAEJ1939 详情参考指令与编程手册

## 16 同步功能

如果用户的系统包含多个子系统比如激光雷达、摄像头、GNSS 等，那么系统之间的数据同步就会变得极其重要。我们的 IMU 支持同步脉冲输入、同步输出以及 UTC/GPRMC 时间同步等多种方式，用户在使用过程中会变得比较方便。

**Note1:** IMU 与外部同步系统需要共地，使用详情参考指令与编程手册

17 焊接与安装

17.1 焊接曲线

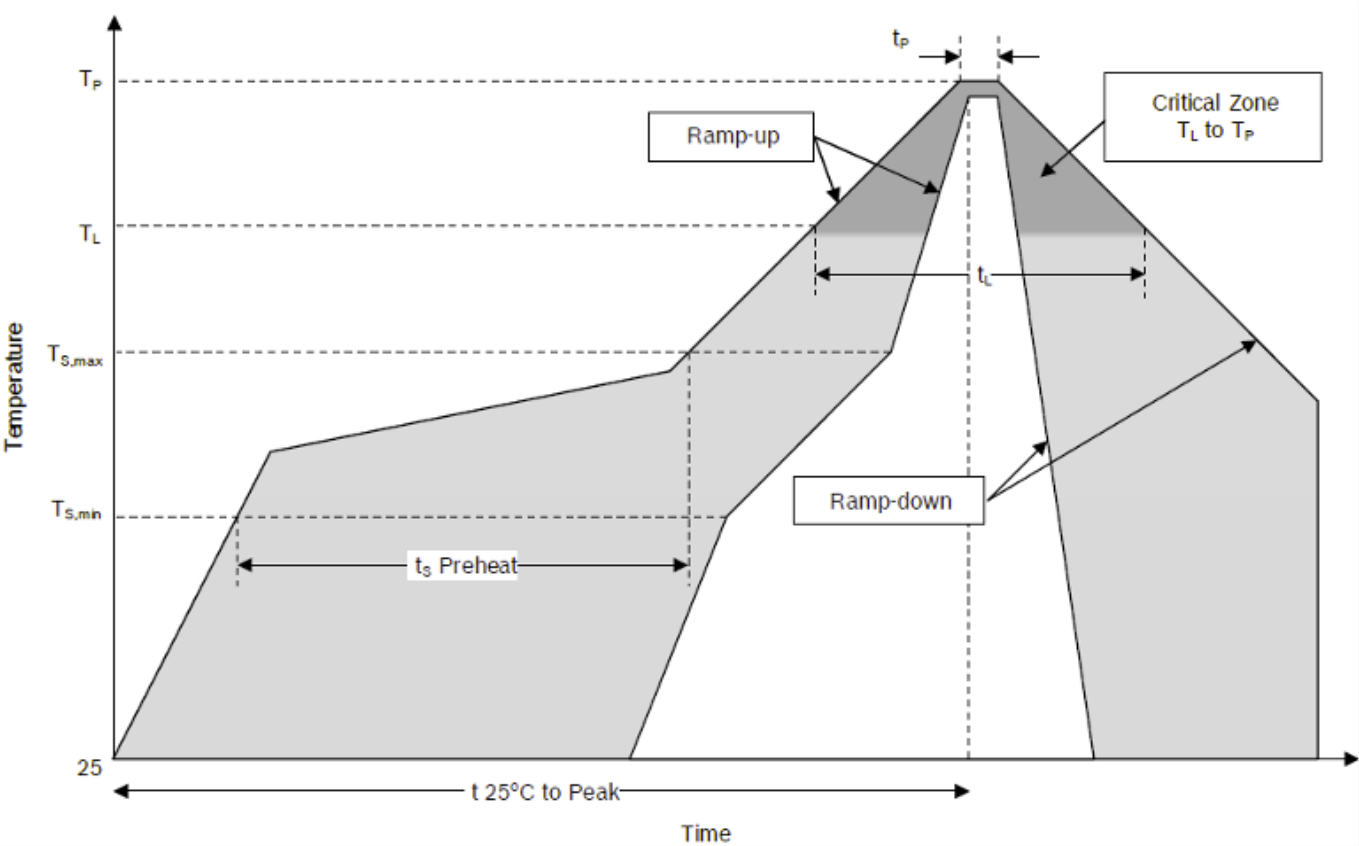


Figure17: SMT 温度曲线

Table 14: 焊接曲线说明

| 参数                                                    | 说明          |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| Average ramp-up rate ( $T_{S,max}$ to $T_p$ )         | 3°C/s max   |
| Temperature min ( $T_{Smin}$ )                        | 150°C       |
| Temperature max ( $T_{Smax}$ )                        | 200°C       |
| Time ( $T_{Smin}$ to $T_{Smax}$ )                     | 60-180s     |
| Temperature ( $T_L$ )                                 | 170°C       |
| Time ( $t_L$ )                                        | 60-150s     |
| Peak classification temperature ( $T_p$ )             | 250°C       |
| Time within 5 °C of actual peak temperature ( $t_p$ ) | 20-40s      |
| Ramp-down rate                                        | 6°C/min max |
| Time 25°C to peak temperature                         | 8min max    |



## 17.2 安装建议

通常来说 MEMS 传感器是由电子和机械结构组成的高精度测量设备，为实现精度、效率和机械坚固性而设计，需要将传感器安装在印刷电路板（PCB）上时，应考虑以下建议：

- 建议将模块水平放置在被测载体上
  - 不建议将传感器直接放在按钮触点的下方或旁边，因为这会导致机械应力。
  - 不建议将传感器直接放置在温度极高的热点附近（例如控制器或图形芯片），因为这会导致 PCB 快速升温，从而导致传感器发热。
- 不建议将传感器放置在机械应力最大值附近（例如在对角交叉的中心）。机械应力会导致 PCB 和传感器弯曲。
- 不建议将传感器安装距离螺丝孔太近 避免将传感器安装在 PCB 可能或预期会出现谐振（振动）的区域。

如果上述建议无法得到适当实现，则在将器件放置在 PCB 上进行特定的在线偏移校准可能有助于最大限度地减少潜在的

18 常见问题

18.1 串口问题

造成对 IMU 不能进行配置或者不能对 IMU 数据进行正确接收的原因有很多，比较典型的有以下几种情况：

- 1. IMU 的串口没有与主机的串口进行交叉连接，现象是不能对 IMU 配置也不能接收 IMU 数据，如下图所示：

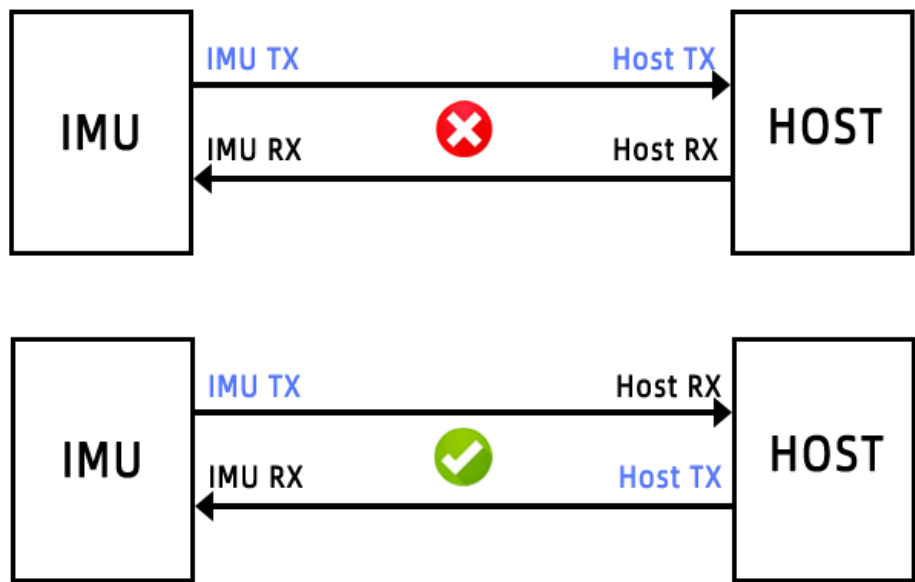


Figure18: IMU 串口与单主机相连

- 2. 串口配置不正确

串口的配置有很多包括波特率、起始位、数据长度、校验、停止位等，默认配置参考 10.1 章节，出错最常见的是波特率不匹配，尤其是用户在更改 IMU 波特率后，忘记对主机的波特率进行相应更改。现象是不能对 IMU 配置也不能接收 IMU 数据，如下图所示：

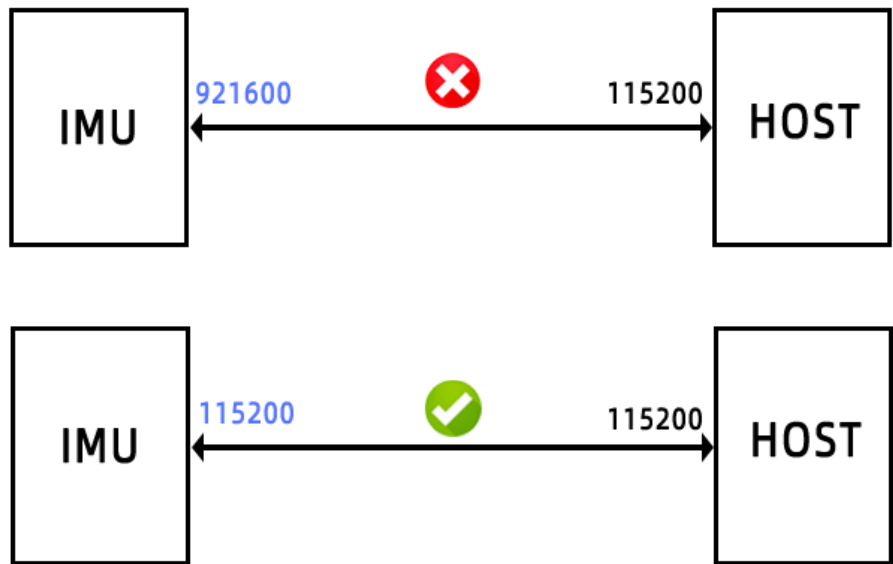


Figure19: IMU 串口与单主机相连

**Note2:** 上述波特率问题同样适用于 CAN 接口，CAN 接口也要求 IMU 与用户主机波特率一致。

### 3. IMU 的接收(RX)同时与多个设备的发送(TX)相连

有时候用户会在不知情的情况下会将串口与两个主机设备相连，这时候用户的两台主机都会收到 IMU 数据，但是不能对 IMU 进行配置，最典型的情况是用户误将 IMU 同时与用户主机以及我们的上位机相连，如图 27 所示

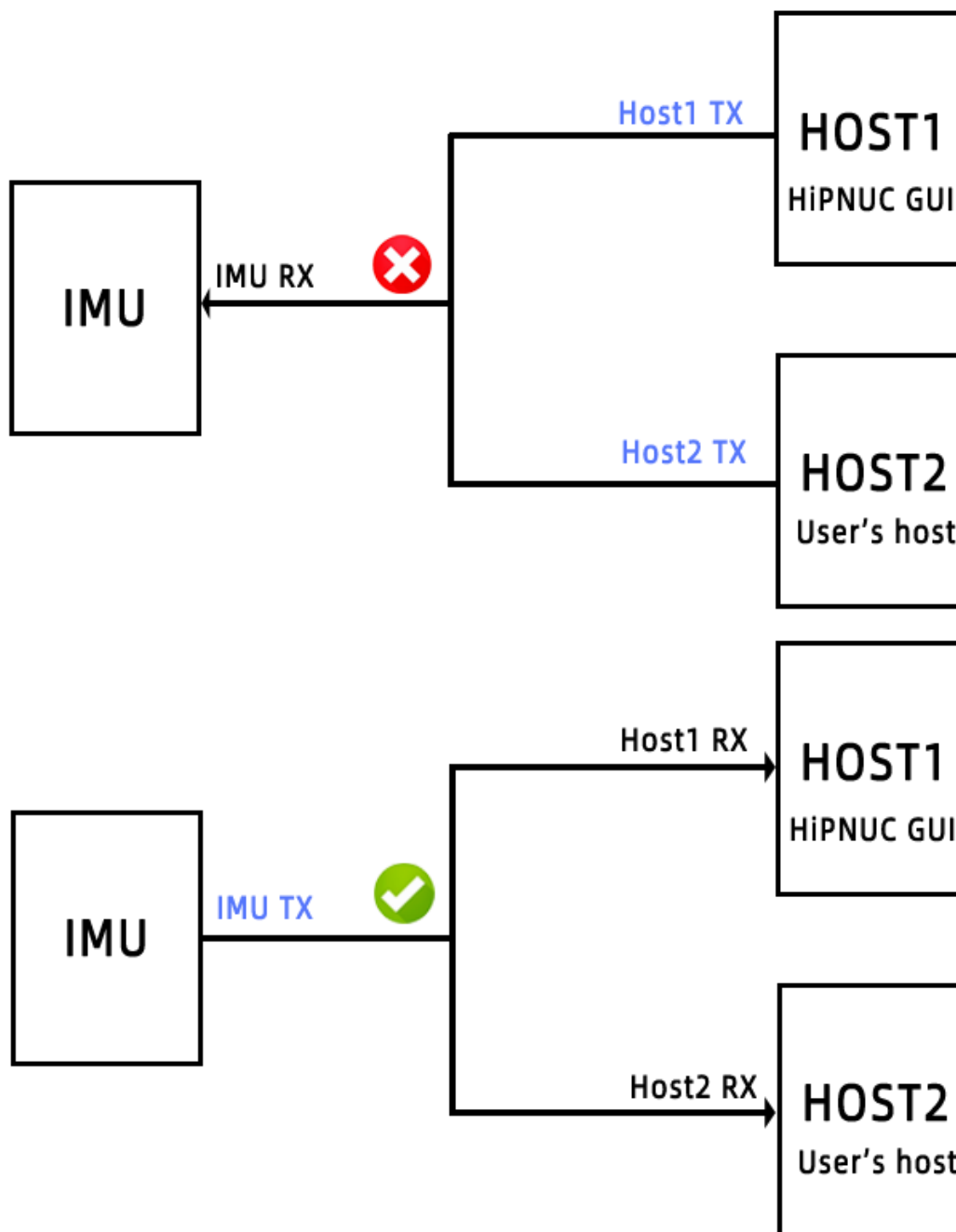


Figure20: IMU 串口同时与用户主机和 HiPNUC GUI 相连

### 4. 软件问题

用户写的接收端程序不是很健全，比如不能正确解析数据，CRC 校验不对等都会导致不能正确接收和配置 IMU 数据，此种情况请参考我们官方的解析例程，或者与我们联系获得技术支持。

### 5. 其他问题

硬件虚焊或者虚接，线束太长或者质量不好。建议优先使用我们为用户准备的 USB 转串口线。我们的线束都是考虑用户全场景应用的。