

1 特性

1.1 硬件

- 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 0.3°/h
- 加速度计零偏不稳定性可达 0.01mg
- 精准的同步信号, 支持 PPS 和 UTC 时间同步
- 优异的抗振性
- 集成温度传感器
- 小体积铝合金外壳, 板对板连接器, 易于集成
- RoHS、CE 认证

1.2 软件

- 自适应扩展卡尔曼融合算法, 可输出 IMU, 姿态, 升沉等数据
- 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
- 5cm 5%的升沉精度
- 支持二进制、CANopen、Modbus、NMEA 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
- 主动波浪补偿
- 船舶姿态控制
- 船舶动态定位

3 描述

3.1 产品外观



Figure1: HI71

3.2 系统框图

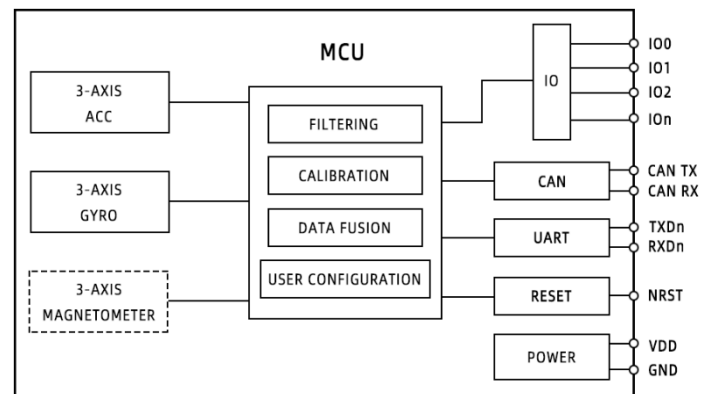


Figure2: Functional block diagram

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

HI71 系列传感器是用高性能的战术级 MEMS-IMU 设计组成的 IMU/VRU/MRU/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、升沉估计算法, 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。

HI71 系列传感器通过 UART/CAN 接口进行数据传输, 并且拥有丰富的用户配置。(CAN 需要外接收发器)

HI71 系列可以通过外部触发与系统进行同步, 可以接收 UTC 时间, 还可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 HI71 系统架构..... 7

 7.1 IMU 子系统..... 7

 7.2 VRU 子系统 7

 7.3 MRU 子系统 7

 7.4 AHRS 子系统 7

 7.5 INS 子系统 7

8 引脚定义..... 8

 8.1 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	14
10.3 磁力计	15
10.4 气压计	15
10.5 温度传感器	15
10.6 融合参数	15
11 系统与电气参数	16
11.1 电气参数	16
11.2 接口参数	16
11.3 系统参数	16
11.4 绝对最大值	16
12 产品尺寸与封装	17
12.1 产品尺寸	17
12.1.1 产品尺寸	17
12.1.2 产品尺寸数据表	17
12.1.3 产品封装	18
13 坐标系定义	19
13.1 坐标系	19
13.2 传感器质心位置	19
14 评估板与配线	20
15 通信协议	21
15.1 串行二进制协议	21
15.2 Modbus	21
15.3 CAN	21
15.4 NMEA 0183	21
16 常见问题	22
16.1 串口问题	22

4 产品选型

Table 1: 选型信息

HI71a-b-c¹							
标识	系列	a-传感器		b-数据接口		c-其他信息	
HI	71	T2	6DoF 0.3°/h 0.01mg	MI0	UART/CAN	000	默认
		T4	6DoF +Magnetic+Barometer 0.3°/h 0.01mg	需外置 CAN 收发器			
		M4	6DoF +Magnetic+Barometer 0.3°/h 0.01mg MRU				
		N4	6DoF +Magnetic+Barometer 0.3°/h 0.01mg INS				

Note1: 型号举例：HI71T2-MI0-000

5 产品订购

5.1 订购信息

Table 2: 订购信息

Part Number	Name	Description	Note
HI71T2-MI0-000	IMU/VRU Module	6DoF 0.3°/h 0.01mg	
HI71T4-MI0-000	IMU/VRU/AHRS Module	6DoF +Magnetic+Barometer 0.3°/h 0.01mg	
HI71M4-MI0-000	IMU/VRU/MRU/AHRS Module	6DoF +Magnetic+Barometer 0.3°/h 0.01mg MRU	
HI71N4-MI0-000	IMU/VRU/MRU/AHRS/INS Module	6DoF +Magnetic+Barometer 0.3°/h 0.01mg INS	

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	Aug 20, 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. 3D Step 文件
- 3. 评估板 EVAL HI71 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 HI71 系统架构

HI71 系列是一款集 IMU、VRU、MRU、AHRS 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、气压)、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。

HI71 模组配备了 3 轴加速度计、3 轴陀螺仪、3 轴地磁、气压计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

HI71 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我们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，HI71 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 MRU 子系统

在 VRU 系统的基础上，我们经过算法适配，可以为用户提供升沉、横摇、纵摇等数据，组成了 MRU 系统。

7.4 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 HI71 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。

7.5 INS 子系统

HI71 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

8.1 引脚定义

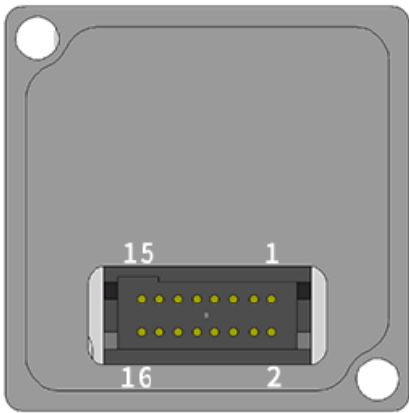


Figure3: HI71XX-MI0 pin assignment

Table 4: 引脚功能描述

Pin Number	Pin Name	Type	Functional	Note
1	UART2_RX	I/O	模块 UART2 接收, 可接收 UTC/GPRMC 时间	
2	UART2_TX	I/O	模块 UART2 发送	
3	UART4_RX	I/O	模块 UART4 接收, 当前需悬空	
4	UART4_TX	I/O	模块 UART4 发送, 当前需悬空	
5	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	
6	GND	Power	电源地	
7	VDD	power	模块电源输入 3.6-6V 推荐 5V	
8	NC	NA	保留悬空	
9	UART1_RX/I2C_SDA	I/O	模块 UART1 接收/I2C 数据信号	
10	UART1_TX/I2C_SCL	I/O	模块 UART1 发送/I2C 时钟信号	
11	IO2(SYNC_OUT)	I/O	同步输出, 可作为 Data ready 信号	
12	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	
13	CAN_TX	I/O	CAN 发送信号	
14	CAN_RX	I/O	CAN 接收信号	
15	UART3_TX	I/O	模块 UART3 发送 可外接 GNSS 不用需悬空	
16	UART3_RX	I/O	模块 UART3 接收 可外接 GNSS 不用需悬空	

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	外接 GNSS
UART4	保留

9 外设接口与参考设计

9.1 电源参考设计

HI71 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 3.6-6V。推荐 5V

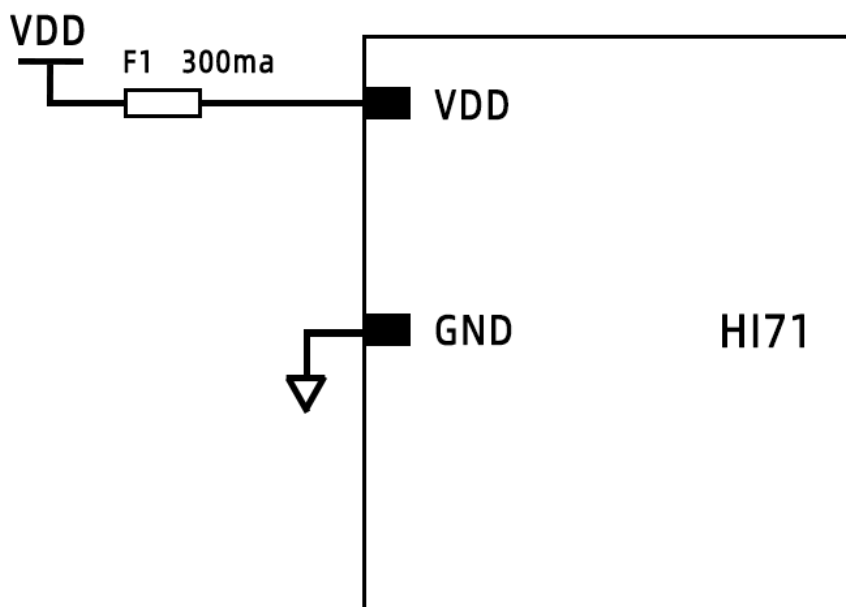


Figure4: HI71 电源参考电路

9.2 UART1/UART2 通信

HI71 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。

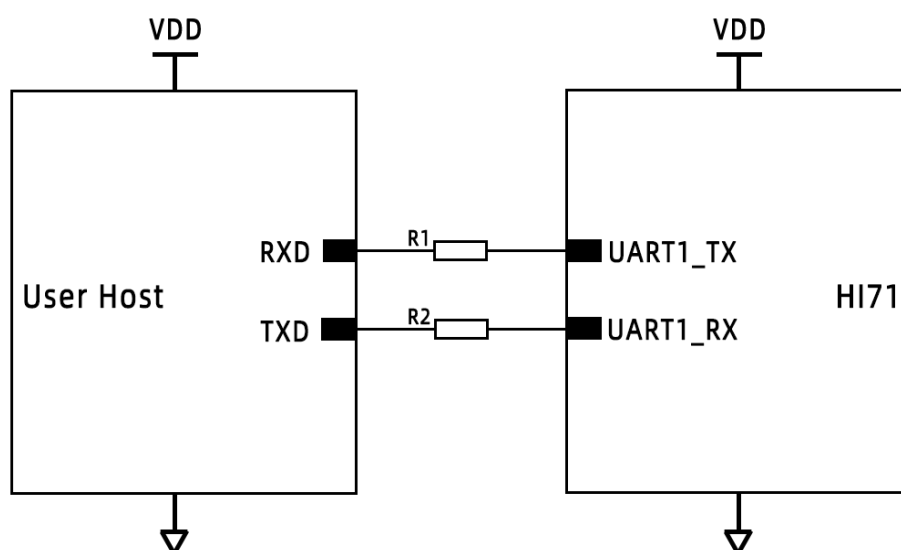


Figure5: HI71 串口通信参考电路

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

HI71 支持 CAN 通信，需要外接 CAN 收发器，参考电路设计如下：

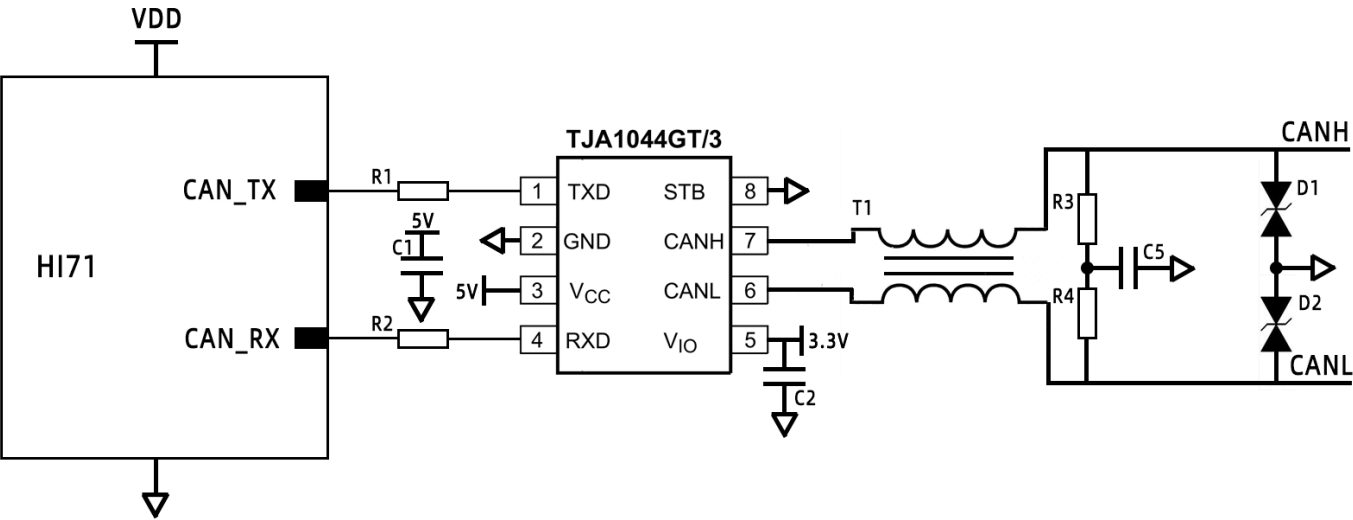


Figure6: HI71 CAN 通信电路参考

- 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。

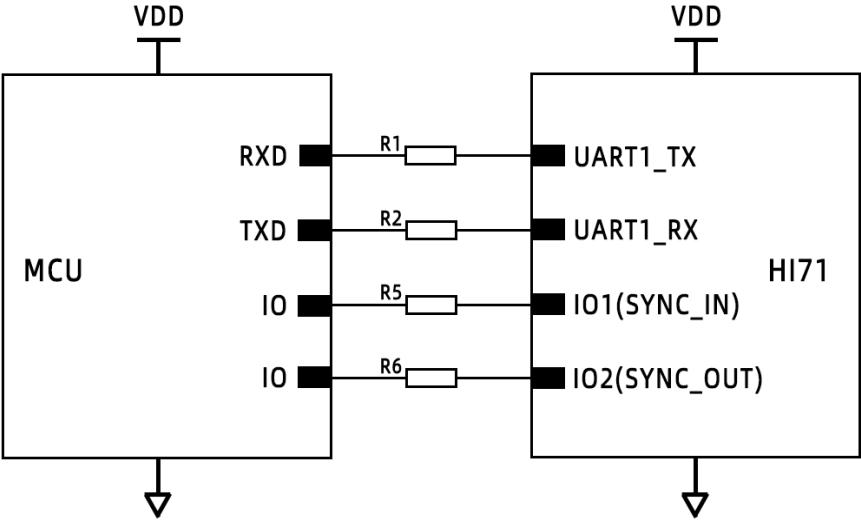


Figure7: HI71 串口通信带同步

- 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)

HI71 可以通过外部 GNSS 的 PPS 和 UTC 时间进行数据同步，此时注意 HI71，用户主机，GNSS 三者之间共地

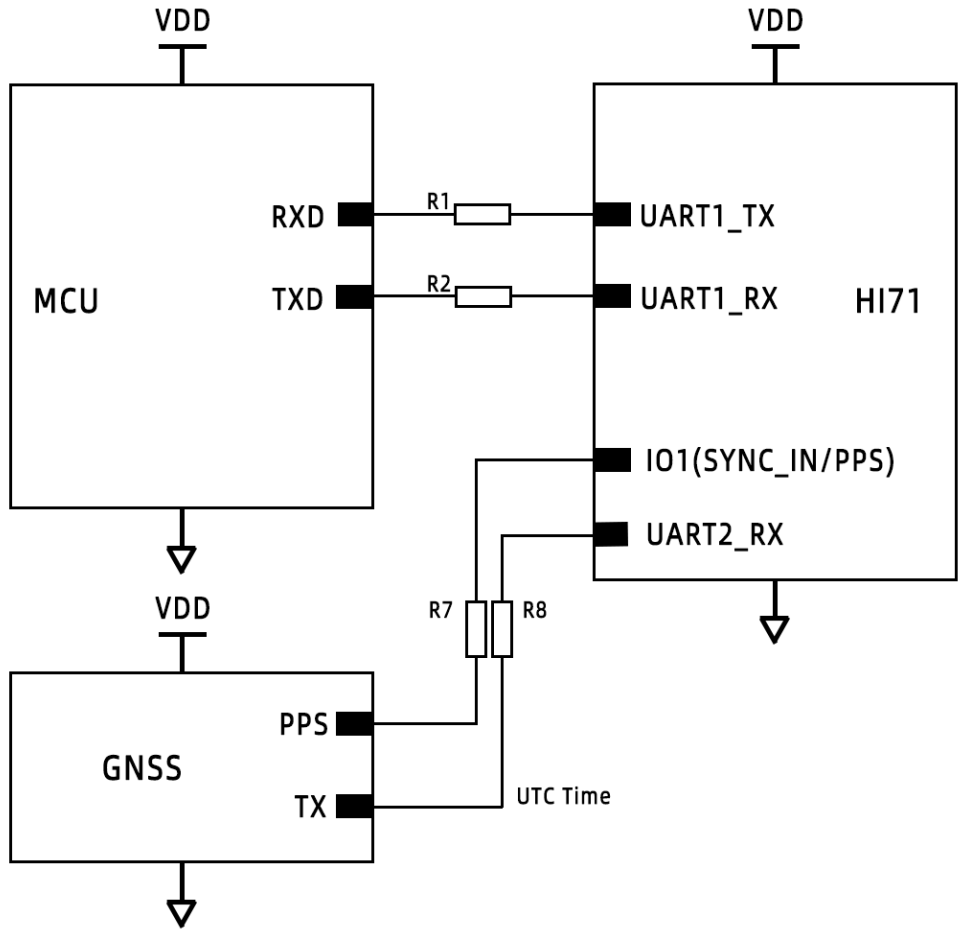


Figure8: HI71 与 GNSS 同步

Note1: 如果用户使用 IO1，此时 IO1 接收 GNSS 的 PPS 信号，并且 UART2_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	300mA	JK-SMD0603-030-6	JK
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	SMBJ24CA	SMBJ24CA	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	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程			300		°/s	
分辨率			16bit			
线性误差	300°/s -40°C-110°C	-0.3	±0.15	0.3	°/s	1
	100°/s -40°C-110°C	-0.04	±0.01	0.04		
跨轴误差		-0.15		0.15	%	
3dB 带宽			235	250	Hz	
采样率			1000		Hz	
噪声密度	XY		0.0004		(°/s)/√H	
	Z		0.0006			
零偏不稳定性	Allan Variance		0.3		°/h	2
零偏稳定性	10s 平滑		0.5		°/h	
零偏重复性			0.8		°/h	
角度随机游走	Allan Variance	XY	0.015		°/√h	3
		Z	0.025			
零偏全温变化	-40-85°C	XY		0.25	°/s	
		Z	0.01	0.03		
加计敏感性	For constant gravity input		0.00075		°/s/g	

Note1: 线性误差是在指定量程处，与由测量值所确定的最佳拟合直线之间的最大偏差

Note2: 将艾伦方差的最小值除以 0.664 所得的值。测量时采用 13 赫兹的低通滤波器设置、200 赫兹的采样率，并且在开始收集数据之前要有 15 分钟的稳定时间，以确保实现完全的热稳定状态

Note3: 角度随机游走是根据时间常数 $\tau = 1$ 秒时的艾伦偏差估计出的白噪声项

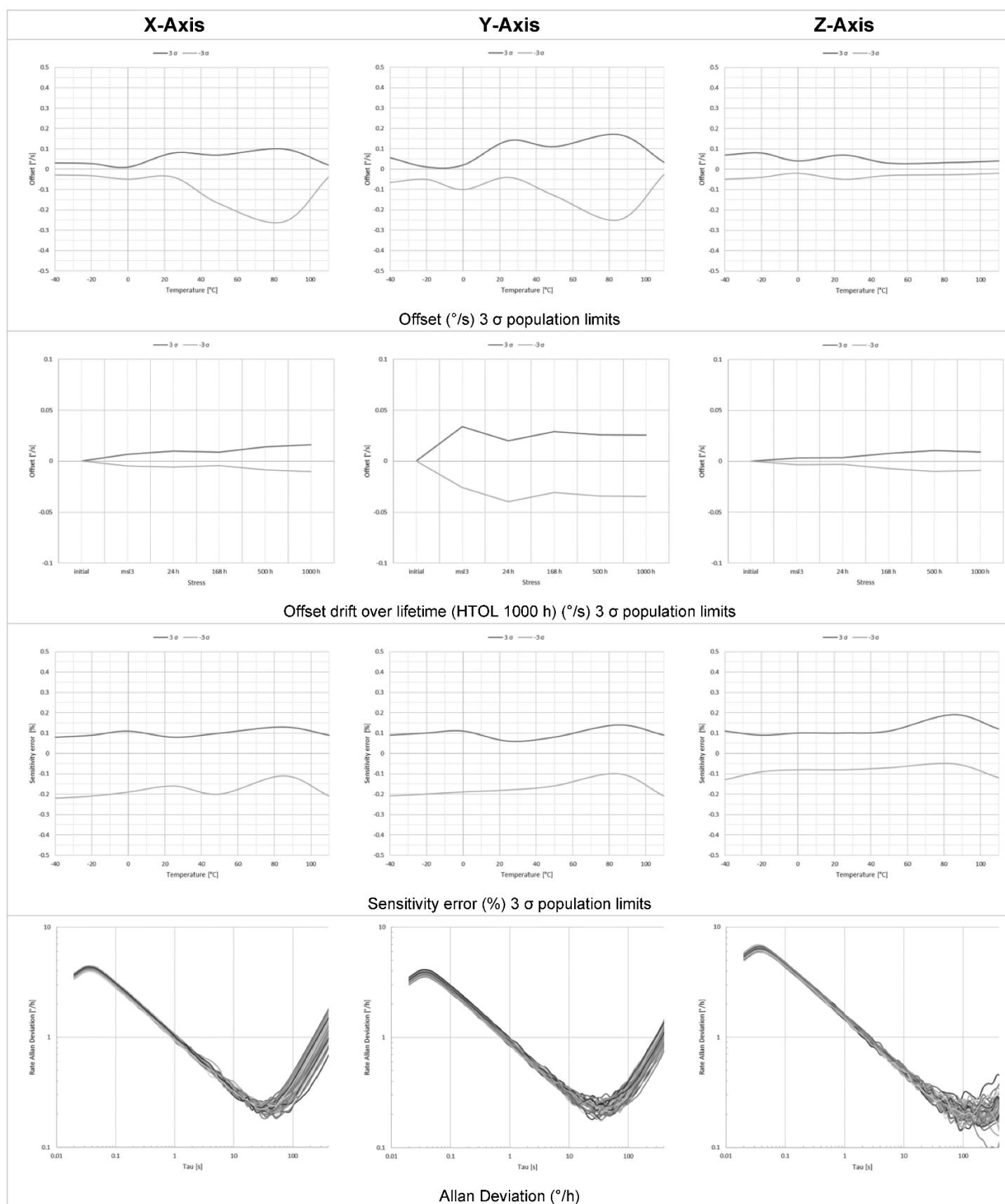


Figure9: HI70 Gyroscope typical performance characteristics

10.2 加速度计

Table 8: 加速度计参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程			16		g	
分辨率			16bit			
初始零偏				2	mg	
线性误差	8g -40°C-110°C	15	3	15	mg	1
	1g -40°C-110°C	1	0.5	1		
跨轴误差		-0.15		0.15	%	
3dB 带宽			210	235	Hz	
采样率			1000		Hz	
噪声密度			0.0008		m/s ² √Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance		0.01		mg	2
零偏稳定性	10s 平滑		0.03		mg	
零偏重复性			0.04		mg	
随机游走	Allan Variance		0.03		m/s√h	
零偏全温变化	-40-85°C		0.5	2	mg	

Note1: 线性误差是在指定量程处，与由测量值所确定的最佳拟合直线之间的最大偏差

Note2: 将艾伦方差的最小值除以 0.664 所得的值。测量时采用 13 赫兹的低通滤波器设置、200 赫兹的采样率，并且在开始收集数据之前要有 15 分钟的稳定时间，以确保实现完全的热稳定状态

Note3: 速度随机游走是根据时间常数 $\tau = 1$ 秒时的艾伦偏差估计出的白噪声项

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 气压计

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程		300	-	1200	hPa	
分辨率			0.006		hPa	
精度			± 0.06		hPa	

10.5 温度传感器

Table 10: 温度传感器参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程		-50	-	135	°C	
Offset error			±1		°C	

10.6 融合参数

Table 11: 融合参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
俯仰/横滚			0.05	0.1	°	1
分辨率			0.01			
航向角(VRU/MRU)			0.2	0.3	°	1
航向角(AHRS)			0.5	2	°	2
分辨率			0.01			
启动时间	IMU/VRU		2		s	
	MRU (静止)			60		
	MRU (海洋)			180		
升沉			5/5%		cm	
升沉周期			1-10		s	

Note1: 转台旋转测试

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

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		3.6	5	5.5	V	
功耗				370	mW	
V _{OL}			-	0.4	V	
V _{OH}		2.6			V	
V _{IL}		-0.3		1	V	
V _{IH}		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	

11.3 系统参数

Parameters	Product	Value	Note
尺寸		24X24X14mm	
重量		<13g	
工作温度		-40-85℃	
外壳材质		铝合金	
抗振动		1.0mm(5Hz-58Hz)	
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	
MTBF		30000h	

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 产品尺寸与封装

12.1 产品尺寸

All Dimensions in mm units

12.1.1 产品尺寸

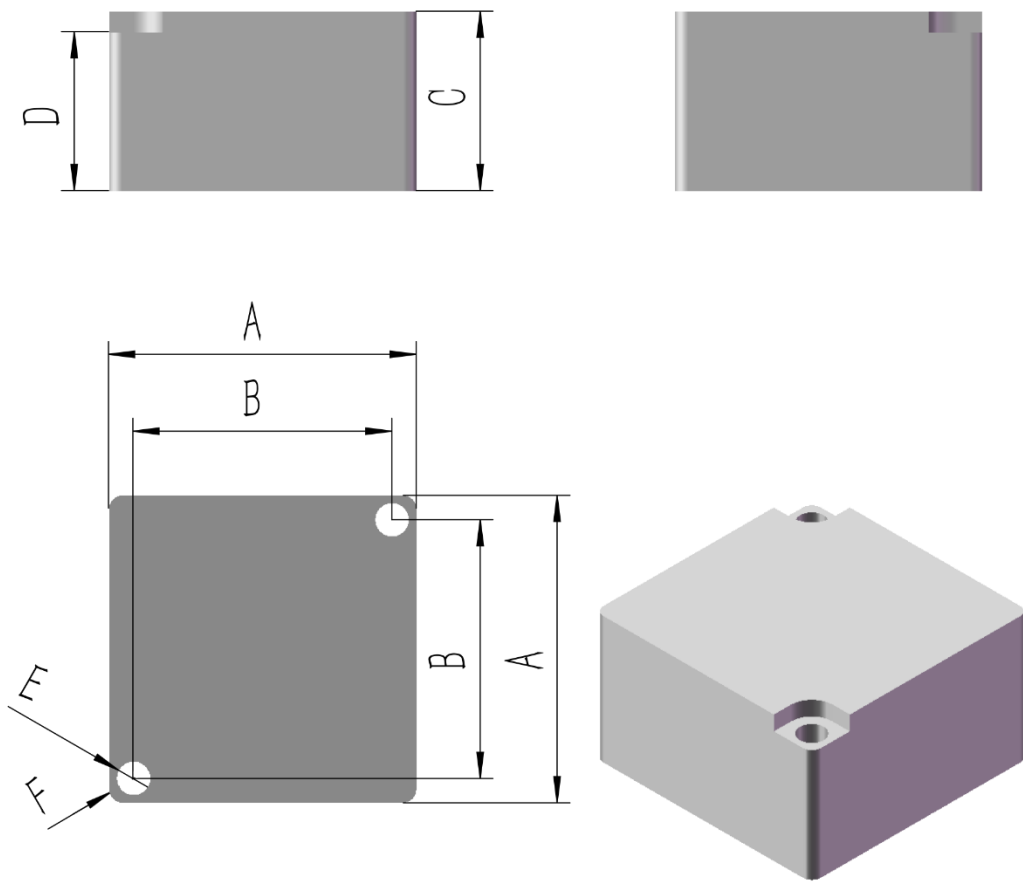


Figure10: HI71 mechanical specifications

12.1.2 产品尺寸数据表

Table 12: 尺寸数据表

Symbol	Min(mm)	Typ(mm)	Max(mm)
A	23.9	24	24.1
B	20.15	20.2	20.25
C	13.9	14	14.1
D	12.3	12.4	12.5
E	Φ2.5	Φ2.6	Φ2.7
F	R2.2	R2.3	R2.4

IMU/VRU/MRU/AHRS/INS 传感器

12.1.3 产品封装



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：

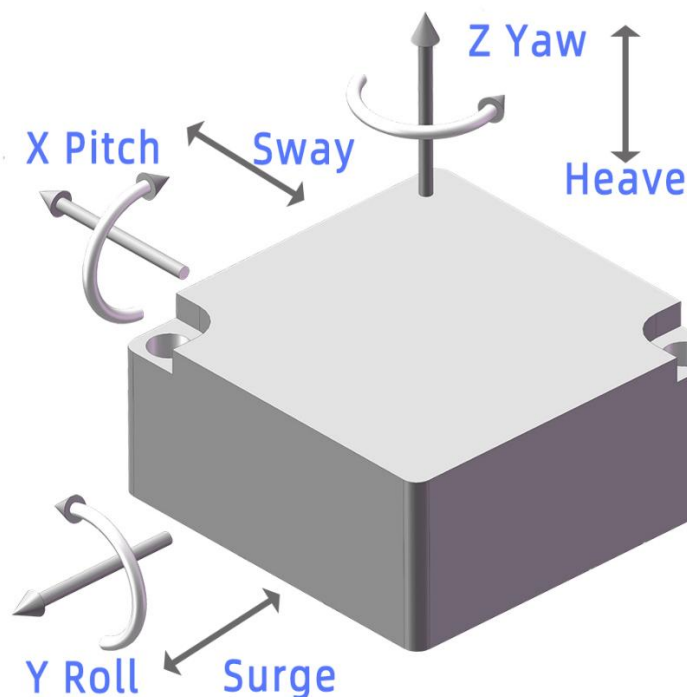


Figure12: HI71 Coordinate System

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°。

如果将模块视为船舶的话。Y 轴正方向应视为船头方向。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°。沿 Z 轴运动为 Heave 沿 X 轴运动为 Sway 沿 Y 轴运动为 Surge

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: 传感器中心位置

Axis	X-offset	Y-offset	Z-offset	Unit
X	0	0	1.5	mm
Y	0	0	1.5	mm
Z	0	0	1.5	mm

14 评估板与配线



Figure13: HI71 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

15.4 NMEA 0183

产品支持标准的 NMEA 协议,参考指令与编程手册

16 常见问题

16.1 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：

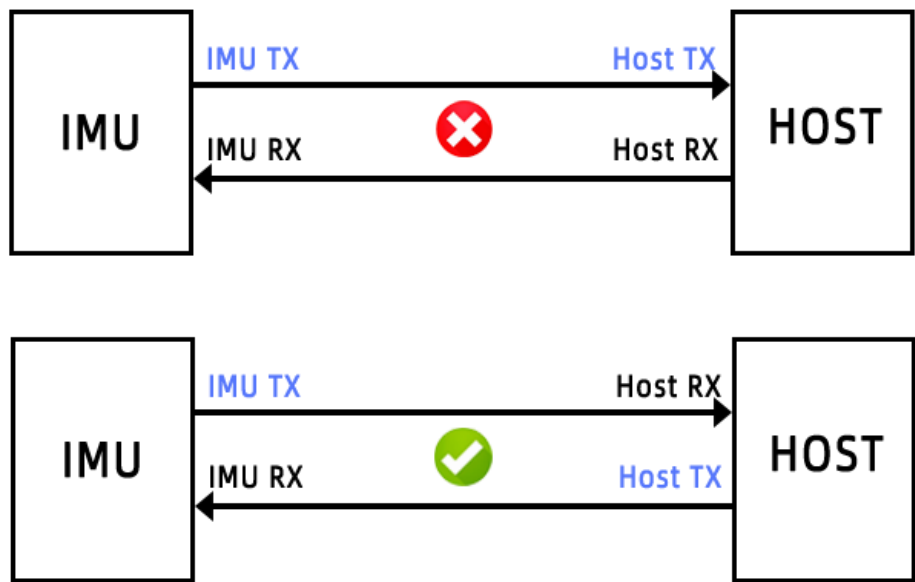


Figure14: IMU 串口与单主机相连

- 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：

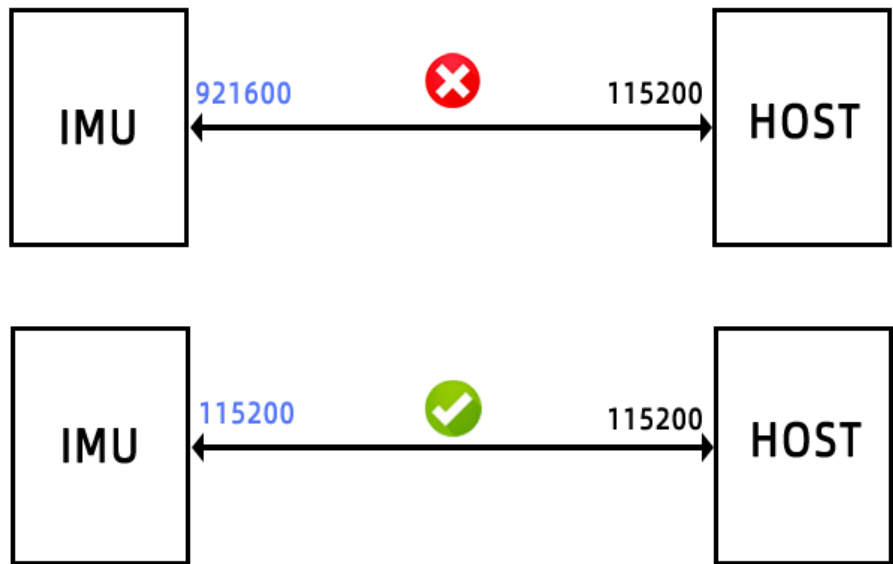


Figure15: IMU 串口与单主机相连

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

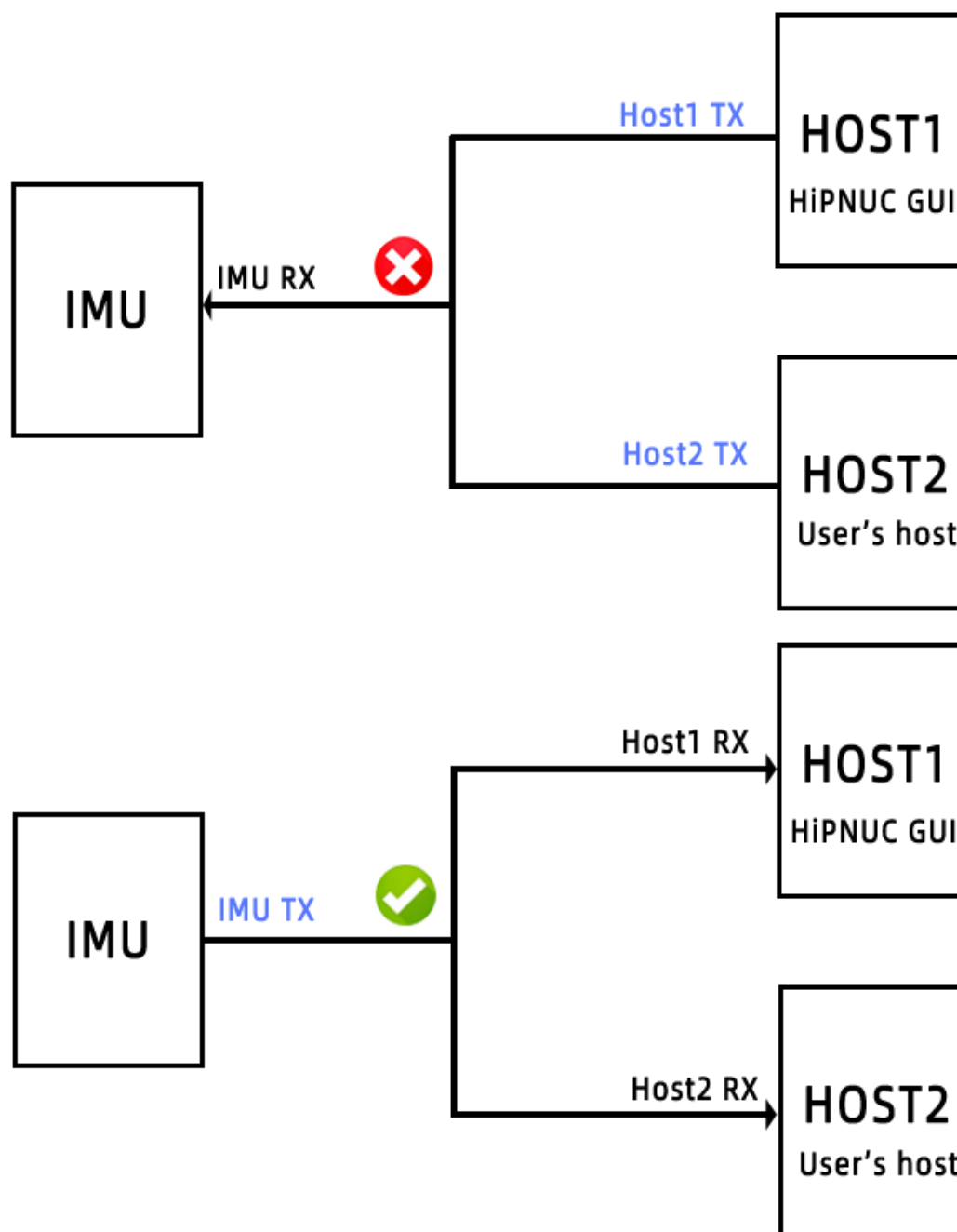


Figure16: IMU 串口同时与用户主机和 HiPNUC GUI 相连

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。