

特性

1.1 硬件

- 高性能 MEMS- IMU
- 出厂-40-85℃全温温补, 标定比例因子、跨轴、零偏
- 陀螺仪零偏不稳定性可达 1.0°/h
- 加速度计零偏不稳定性可达 7ug
- UART(RS-232/TTL)/RS-485/CAN/USB 等多种通信接口
- 多功能 IO 信号(包括但不限于同步输入输出、报警等功能)
- PPS+UTC/GPRMC 同步
- 支持高达 48V 宽压输入
- IP68 级防水
- 优异的抗振性
- 集成温度传感器
- M12 与 PG 直接出线接头
- 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
- 矿下仪器仪表
- 低速无人驾驶机器人

3 描述

3.1 产品外观



Figure 1: HI14

3.2 系统框图

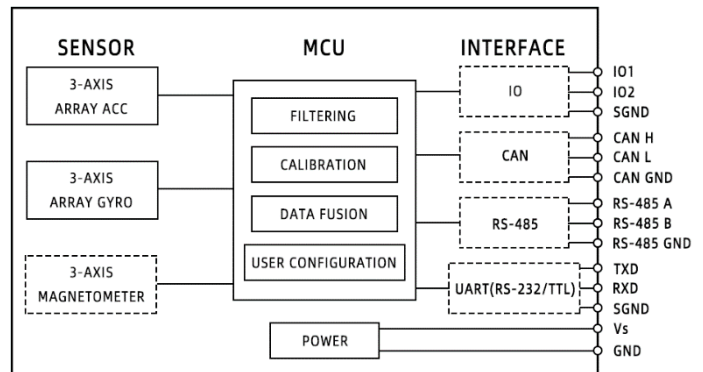


Figure 2: Functional Block Diagram

Note1: 虚线表示有的型号不支持, 具体请看产品选型表 Table 1

3.3 通用描述

HI14 系列是利用高性能 MEMS-IMU、磁力计组成的 IMU/VRU/AHRS 传感器, 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、以及载体运动状态分析算法, 可以满足高动态下姿态角的精度, 并且减小航向角的漂移。

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。

HI14 系列传感器通过 UART(RS-232/TTL)、CAN、USB、RS-485、等多种接口进行数据传输, 并且拥有丰富的用户配置。

HI14 系列可以通过外部触发与系统进行同步, 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

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
5.1.1 M12 航插接口订购信息	5
5.1.2 PG 出线订购信息.....	6
5.2 联系我们	7
6 文档信息.....	8
6.1 版本信息	8
6.2 相关文档与开发套件.....	8
7 参数	9
7.1 绝对最大值.....	9
7.2 正常工作参数.....	9
7.3 接口参数	10
7.4 陀螺仪	11
7.4.1 HI14M0/HI14RX 陀螺仪参数.....	11
7.4.1 HI14SX 陀螺仪参数	12
7.5 加速度计	13
7.5.1 HI14M0/HI14RX 加速度计参数	13
7.5.2 HI14SX 加速度计	14
7.6 磁力计	14
7.6.1 HI14RX 磁力计参数	14
7.6.2 HI14S3 磁力计参数	14
7.7 温度传感器.....	14
7.8 Allan 方差曲线	15
7.8.1 HI14M0/HI14RX Allan 方差曲线.....	15
7.8.2 HI14SX Allan 方差曲线	16
7.9 融合参数	17
7.10 姿态角精度.....	17
7.11 机械与环境参数	17
7.12 产品尺寸	18
7.12.1 M12 连接器	18
7.12.2 PG 连接器.....	18
7.13 传感器引脚定义	19
7.13.1 HI14 系列 M12-5 芯连接器(UART).....	19

7.13.2 HI14M0/HI14RX 系列 M12-8 芯连接器(UART)	19
7.13.3 M12 连接器(RS-485)	20
7.13.4 M12 连接器(RS-422)	20
7.13.5 M12 连接器(CAN)	21
7.13.6 M12 连接器(CAN+RS-232)	22
7.13.7 PG 连接器引脚定义	23
8 配套线束	24
9 接线示意图	25
9.1 M12-A 5 芯母头转 DB9 母头(RS-232 不带同步)	25
9.2 M12-A 8 芯母头转 DB9 母头(RS-232 带同步)	25
9.3 M12-A 8 芯母头转 DB9 母头(RS-232 带 PPS+UTC/GPRMC 同步)	25
9.4 M12-A 8 芯母头转 DB9 母头(CAN+RS-232, 电源线外置)	26
9.5 M12-A 5 芯母头转 USB-A(RS-232 转 USB)	26
9.6 M12-A 5 芯母头转 OPEN	26
9.6.1 RS-485 接口	26
9.6.2 CAN 接口	26
9.6.3 UART(RS-232/TTL)接口	27
9.7 M12-A 8 芯母头转 OPEN(UART 带同步)	27
9.7.1 同步输入输出与 UART 共地	27
9.7.2 同步输入输出与 UART 不共地	27
9.7.3 PPS+UTC/GPRMC 时间同步	28
10 坐标系与安装	29
10.1 坐标系	29
10.2 传感器中心位置	29
10.3 推荐的安装方式	30
11 初始配置	31
11.1 接口初始配置	31
11.2 传感器初始配置	31
12 通信协议	32
12.1 串行二进制协议	32
12.2 Modbus	32
12.3 CAN	32
12.3.1 CANopen	32
12.3.2 J1939	32
13 同步功能	33
14 包装	34
14.1 HI14 系列 M12 接口	34
14.2 HI14 系列 PG 接口	34
15 术语解释	35
16 常见问题	36
16.1 串口问题	36

4 产品选型

Table 2: 选型信息

HI14a-b-cde ¹							
标识	系列	a-传感器		b-数据接口	c-同步	d-出线	e-定制信息
HI	14	M0	6DoF 3°/h 30ug	232 RS232	0 无	0 M12	0 默认
		R2	6DoF 1.6°/h 18ug	485 RS485	1 支持	1 PG	其他 OEM
		R3	6DoF 1.6°/h 18ug+Magnetic	CAN CAN2.0			
		R5	6DoF 1.2°/h 14ug+Magnetic	URT UART(TTL)			
		S2	6DoF 1.7°/h 12ug	USB USB			
		S3	6DoF 1.7°/h 12ug+大量程 Magnetic	MI0 CAN+RS232			
		S5	6DoF 1.0°/h 7ug+大量程 Magnetic	422 RS422			

Note1: 型号举例: HI14S3-232-000

Note2: 推荐优先选择 M12 连接器的产品, 如果空间受限没有 IP68 防水需求可以选择 HI16

5 产品订购

5.1 订购信息

5.1.1 M12 航插接口订购信息

Table 3: 订购信息表

Interf	Part Number	Name	Description
RS-232	HI14M0-232-000	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug M12
	HI14R2-232-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug M12
	HI14S2-232-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug M12
	HI14R3-232-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug M12
	HI14S3-232-000	IMU/AHRS Module	6DoF+大量程 Magnetic 1.7°/h 12ug M12
	HI14S5-232-000	IMU/AHRS Module	6DoF+大量程 Magnetic 1.0°/h 7ug M12
	HI14R5-232-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug M12
	HI14R2-232-100	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug 带同步 M12
	HI14S2-232-100	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug PPS+UTC 同步 M12
	HI14R3-232-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug 带同步 M12
	HI14S3-232-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.7°/h 12ug PPS+UTC 同步 M12
	HI14S5-232-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.0°/h 7ug PPS+UTC 同步 M12
UART(TTL)	HI14M0-URT-000	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug M12
	HI14R2-URT-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug M12
	HI14S2-URT-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug M12
	HI14R3-URT-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug M12
	HI14S3-URT-000	IMU/AHRS Module	6DoF+大量程 Magnetic 1.7°/h 12ug M12
	HI14S5-URT-000	IMU/AHRS Module	6DoF+大量程 Magnetic 1.0°/h 7ug M12
	HI14R5-URT-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug M12
	HI14R2-URT-100	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug 同步 M12
	HI14S2-URT-100	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug PPS+UTC 同步 M12
	HI14R3-URT-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug 带同步 M12
	HI14S3-URT-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.7°/h 12ug PPS+UTC 同步 M12
	HI14S5-URT-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.0°/h 7ug PPS+UTC 同步 M12
RS-485	HI14R5-URT-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug 带同步 M12
	HI14M0-485-000	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug M12
	HI14R2-485-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug M12
	HI14S2-485-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug M12
	HI14S3-485-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.7°/h 12ug M12
	HI14S5-485-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.0°/h 7ug M12
	HI14R3-485-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug M12
RS-422	HI14R5-485-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug M12
	HI14S2-422-100	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug 同步 M12
	HI14S3-422-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.7°/h 12ug 同步 M12
	HI14S5-422-100	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.0°/h 7ug 同步 M12

CAN	HI14M0-CAN-000	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug M12
	HI14R2-CAN-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug M12
	HI14S2-CAN-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug M12
	HI14S3-CAN-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.7°/h 12ug M12
	HI14S5-CAN-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.0°/h 7ug M12
	HI14R5-CAN-000	IMU/VRU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug M12

Table 4: 订购信息续表

Interf	Part Number	Name	Description
USB	HI14M0-USB-000	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug M12
	HI14R2-USB-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug M12
	HI14S2-USB-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug M12
	HI14R3-USB-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug M12
	HI14S3-USB-000	IMU/AHRS Module	6DoF+大量程 Magnetic 1.7°/h 12ug M12
	HI14S5-USB-000	IMU/AHRS Module	6DoF+大量程 Magnetic 1.0°/h 7ug M12
	HI14R5-USB-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug M12
MI0(CAN+232)	HI14R2-MI0-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug M12
	HI14S2-MI0-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.7°/h 12ug M12
	HI14S3-MI0-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.7°/h 12ug M12
	HI14R3-MI0-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug M12
	HI14R5-MI0-000	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug M12

Note1: 灰色为新增型号，建议新用户优先选择

5.1.2 PG 出线订购信息

Table 5: 订购信息

Interf	Part Number	Name	Description
RS-232	HI14M0-232-010	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug PG 出线
	HI14R2-232-010	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug PG 出线
	HI14R3-232-010	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug PG 出线
	HI14R5-232-010	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug PG 出线
UART(TTL)	HI14M0-URT-010	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug PG 出线
	HI14R2-URT-010	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug PG 出线
	HI14R3-URT-010	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug PG 出线
	HI14R5-URT-010	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug PG 出线
RS-485	HI14M0-485-010	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug PG 出线
	HI14R2-485-010	MU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug PG 出线
	HI14R3-485-010	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.6°/h 18ug PG 出线
	HI14R5-485-010	IMU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug PG 出线
CAN	HI14M0-CAN-010	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug PG 出线
	HI14R2-CAN-010	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h 18ug PG 出线
	HI14R5-CAN-010	IMU/VRU/AHRS Module	6DoF+Magnetic 1.2°/h 14ug PG 出线

Note2: 推荐优先选择 M12 接口的产品，实在体积受限可以选择 PG 直接出线或者 HI16

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 版本信息

Table 6: 文件版本

版本	日期	作者	变更内容
1.0	2024 年 6 月 27 日	Hipnuc	初始版本
1.1	2024 年 8 月 21 日	Hipnuc	更改 RS-232 接口最低输入电压
1.2	2024 年 8 月 23 日	Hipnuc	增加 USB 接口，更改产品订购信息，更改默认配套线束
1.3	2024 年 8 月 27 日	Hipnuc	更新姿态角精度指标，陀螺仪出厂默认带宽
1.4	2024 年 12 月 7 日	HiPNUC	增加 CAN+RS-232 接口以及接线描述，删除标签说明，同步章节
1.5	2025 年 3 月 17 日	HiPNUC	更新 Allan 方差
1.6	2025 年 7 月 10 日	HiPNUC	增加 HI14S 系列产品
1.7	2025 年 11 月 19 日	HiPNUC	修正部分参数单位

6.2 相关文档与开发套件

1. 指令与编程手册
2. CAE/Step 文件
3. CE/RoHS/IP68 等认证文件
4. GUI 上位机与参考例程

7 参数

如无特殊备注，测试温度 25℃，供电电压 24V。

7.1 绝对最大值

Table 7: 绝对最大值

Parameters	Limit	Comment
机械冲击	2000g	Duration <1ms
存储温度	-40°C-85°C	
ESD HBM	30KV	JEDEC/ESDA JS-001
电源输入电压	50V	
IO1	0-5V	
IO2	0-3.3V	
TXD(TTL)	0-3.3V	
RXD(TTL)	0-5V	
RS-232 TX to GND	±13.2V	
RS-232 RX to GND	±24V	
CAN H or CAN L to GND	±40V	
CAN H to CAN L	±27V	
RS-485 A or RS-485 B	-8-13V	

7.2 正常工作参数

Table 8: 正常工作参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
输入电压	USB/UART(RS-232/TTL)	4.8	-	48	V	
	RS485/CAN	7	-	48		
功耗	HI14M0			300	mW	
	HI14R2/HI14R3/HI14S2/HI14S3			400		
	HI14R5/HI14S5			600		
工作温度		-40	-	85	°C	
陀螺仪量程		125	2000	2000	°/s	
			4000	4000		
加速度计量程		3	12	24	g	
			32	32		
启动时间				2	s	1

Note1: 启动时间指的是系统从上电到有效数据输出的时间。在此期间应该保持模块静止

7.3 接口参数

Table 9: 接口参数

Interf	Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
UART	波特率		9600	115200	921600	bps	1
	起始位			1		bit	
	数据长度			8		bits	
	停止位			1		bit	
	校验位			无		bit	
	输出帧率		0	100	1000	Hz	2
	输入阻抗	RS-232	3	5	7	kΩ	
	输出阻抗		300	10M		Ω	
CAN	波特率		125	500	1000	kbps	3
	输出帧率		5	100	200	Hz	4
	输入阻抗	接入 120Ω电阻		120		Ω	5
		未接入 120Ω电阻	19	30	52	kΩ	
RS-485	波特率	Modbus	9600	115200	115200	bps	
		非 Modbus	9600	115200	460800		
	起始位			1		bit	
	数据长度			8		bits	
	停止位			1		bit	
	校验位			无		bit	
	输出帧率	Modbus	0	10	50	Hz	
		非 Modbus	0	100	250	Hz	
	输入阻抗	接入 120Ω电阻		120		Ω	5
		未接入 120Ω电阻	48			kΩ	
触发引脚	逻辑电压	High	2.0			V	
		Low			0.6	V	6
	延时	从触发产生到数据传输			800	us	

- Note1: 如需修改请参考指令与编程手册。
- Note2: 传感器支持 1,5,10,50,100,200,250,500,1000Hz 数据输出。
- Note3: 如需修改请参考指令与编程手册。
- Note4: 传感器支持 5,10,50,100,200Hz 数据输出。
- Note5: 默认没有接入 120Ω电阻
- Note6: 触发的时序以及配置请参考同步功能章节和指令与编程手册。

7.4 陀螺仪

7.4.1 HI14M0/HI14RX 陀螺仪参数

Table 10: 陀螺仪参数

Parameters	Condition	Product	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程				2000		°/s	
分辨率				16bit			
比例因子	100°/s	HI14M0		<500	600	ppm	1
		HI14R2/HI14R3		<200	350		
		HI14R5		<100	200		
非线性	最佳拟合直线 Fs=2000°/s		-0.05	-	0.05	%Fs	2
噪声密度		HI14M0		0.015		°/s/√Hz	
		HI14R2/HI14R3		0.008			
		HI14R5		0.006			
3dB 带宽				90	200	Hz	
采样率				1000		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	HI14M0		3		°/h	1σ
		HI14R2/HI14R3		1.6			
		HI14R5		1.2			
零偏稳定性	10s 平滑	HI14M0		10		°/h	1σ
		HI14R2/HI14R3		5			
		HI14R5		4			
零偏重复性		HI14M0		15		°/h	1σ
		HI14R2/HI14R3		12			
		HI14R5		8			
角度随机游走	Allan Variance	HI14M0		0.42		°/√h	1σ
		HI14R2/HI14R3		0.25			
		HI14R5		0.18			
零偏全温变化 -40-85°C				0.07	0.2	°/s	3
加计敏感性	All three axis			0.1		°/s/g	

- Note1:** 转台正反各旋转 10 圈，取平均测得
- Note2:** 在指定范围内与最佳拟合直线的最大偏差
- Note3:** 超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3°C/min

7.4.1 HI14SX 陀螺仪参数

Table 11: 陀螺仪性能参数

Parameters	Condition	Product	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程			15.625	4000	4000	°/s	
分辨率				20bit			
比例因子	100°/s			<100	200	ppm	1
非线性			-0.05	-	0.05	%Fs	2
噪声密度	带宽 80Hz	HI14S2/S3		0.0025		°/s√Hz	3
		HI14S5		0.0015			
3dB 带宽				90	400	Hz	
零速输出					±0.1	°/s	4
采样率				1000		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	HI14S2/S3		1.7		°/h	1σ
		HI14S5		1.0		°/h	
零偏稳定性	10s 平滑	HI14S2/S3		4		°/h	1σ
		HI14S5		2.3			
零偏重复性		HI14S2/S3		3.7		°/h	
		HI14S5		1.8			
角度随机游走	Allan Variance	HI14S2/S3		0.15		°/√h	1σ
		HI14S5		0.05			
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
- 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

7.5 加速度计

7.5.1 HI14M0/HI14RX 加速度计参数

Table 12: 加速度计参数

Parameters	Condition	Product	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程				12		g	
分辨率				16bit			
初始零偏					5	mg	
非线性	最佳拟合直线 Fs=3g			0.5		%Fs	
噪声密度		HI14M0		0.175		mg/√Hz	
		HI14R2/HI14R3		0.09			
		HI14R5		0.06			
3dB 带宽				80	200	Hz	
采样率				1600		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	HI14M0		0.03		mg	1σ
		HI14R2/HI14R3		0.018			
		HI14R5		0.014			
零偏稳定性	10s 平滑	HI14M0		0.07		mg	1σ
		HI14R2/HI14R3		0.035			
		HI14R5		0.025			
零偏重复性		HI14M0		0.34		mg	1σ
		HI14R2/HI14R3		0.15			
		HI14R5		0.1			
随机游走	Allan Variance	HI14M0		0.08		m/s√h	1σ
		HI14R2/HI14R3		0.04			
		HI14R5		0.028			
零偏全温变化	-40-85°C			2	3	mg	1σ

7.5.2 HI14SX 加速度计

Table 13: 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	5	mg	
非线性				0.01		%Fs	
3dB 带宽				80	400	Hz	
噪声密度	带宽 90Hz	HI14S2/HI14S3		0.05	0.06	mg $\sqrt{\text{Hz}}$	
		HI14S5		0.025	0.038		
采样率				1000		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	HI14S2/HI14S3		0.012		mg	1 σ
		HI14S5		0.007			
零偏稳定性	10s 平滑	HI14S2/HI14S3		0.015		mg	1 σ
		HI14S5		0.008			
零偏重复性		HI14S2/HI14S3		0.11		mg	1 σ
		HI14S5		0.05			
随机游走	Allan Variance	HI14S2/HI14S3		0.018		m/s/ $\sqrt{\text{h}}$	1 σ
		HI14S5		0.01			
零偏全温变化	-40-85 $^{\circ}\text{C}$			2.5	5	mg	1 σ

7.6 磁力计

7.6.1 HI14RX 磁力计参数

Table 14: 磁力计参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程		-8	-	8	Gauss	
分辨率	Fs=2G		2		mGauss	
采样率			200Hz			
线性度	最佳拟合直线 Fs=2G		0.1		Fs%	

7.6.2 HI14S3 磁力计参数

Table 15: 磁力计参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程			20		Gauss	
噪声			450		nT	
线性度			20		μT	

7.7 温度传感器

Table 16: 温度传感器参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程		-40	-	85	$^{\circ}\text{C}$	
Offset error			± 1		K	

7.8 Allan 方差曲线

7.8.1 HI14M0/HI14RX Allan 方差曲线

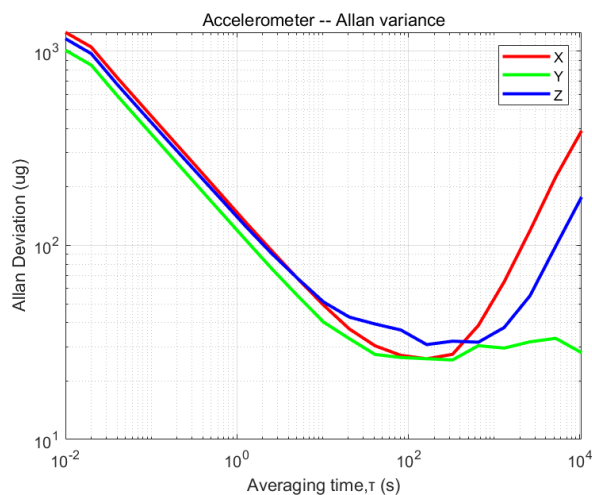


Figure 3: HI14M0 Accelerometer Allan Variance

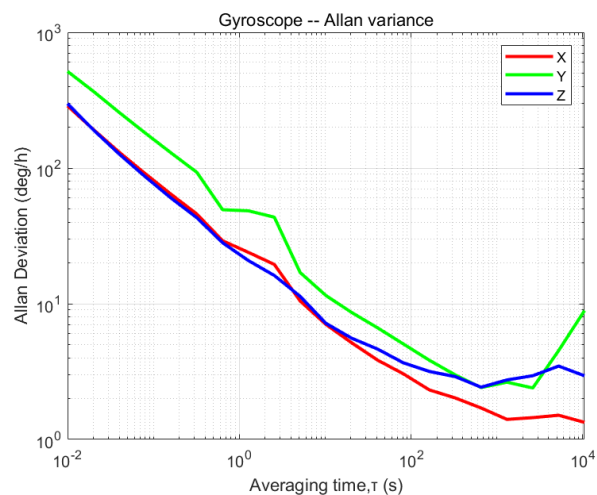


Figure 4: HI14M0 Gyroscope Allan Variance

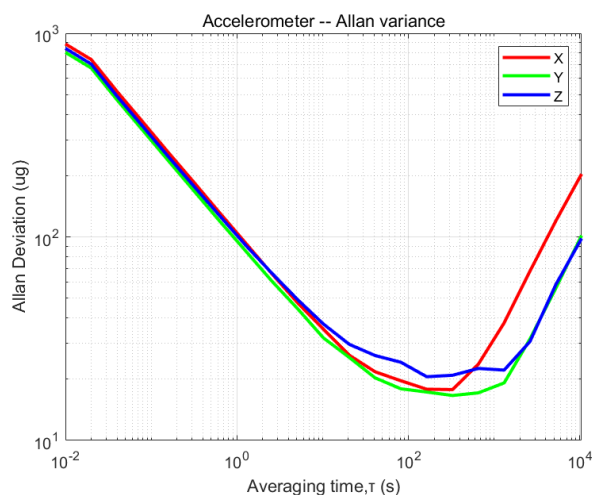


Figure 5: HI14R2/HI14R3 Accelerometer Allan Variance

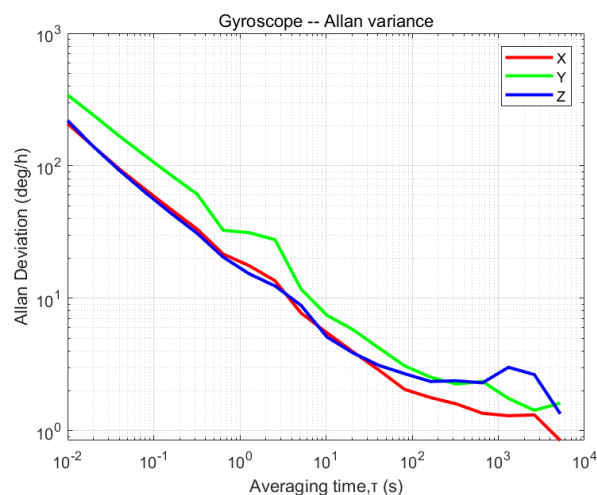


Figure 6: HI14R2/HI14R3 Gyroscope Allan Variance

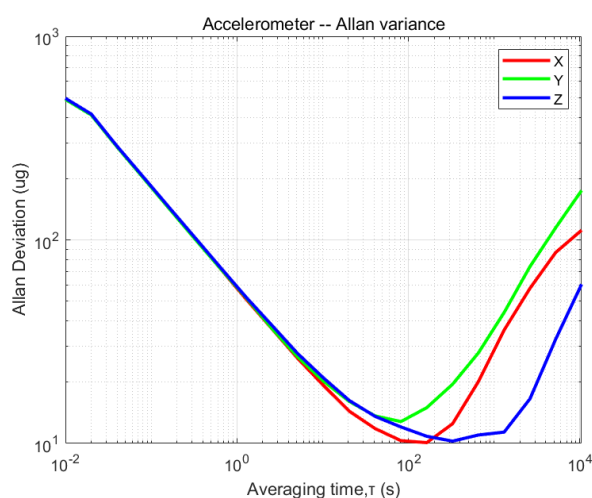


Figure 7: HI14R5 Accelerometer Allan Variance

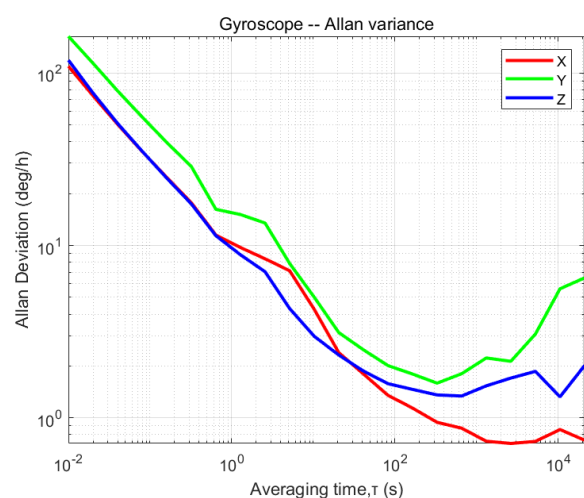


Figure 8: HI14R5 Gyroscope Allan Variance

7.8.2 HI14SX Allan 方差曲线

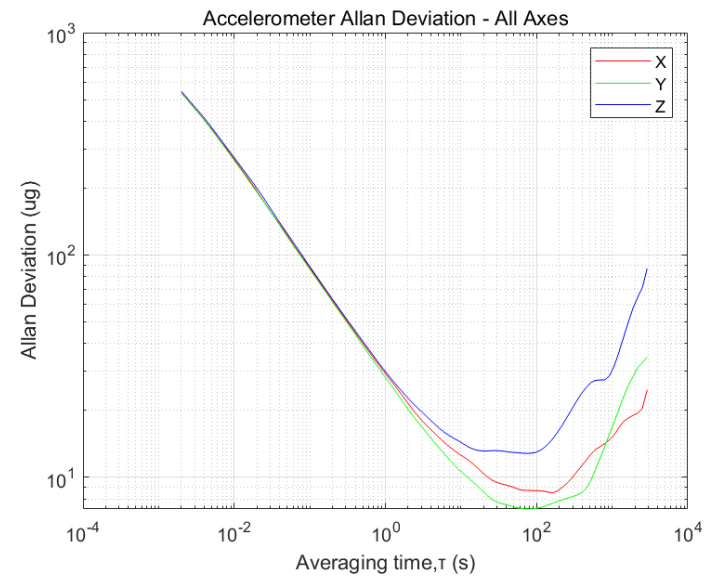


Figure 9: HI14SX Accelerometer Allan Variance

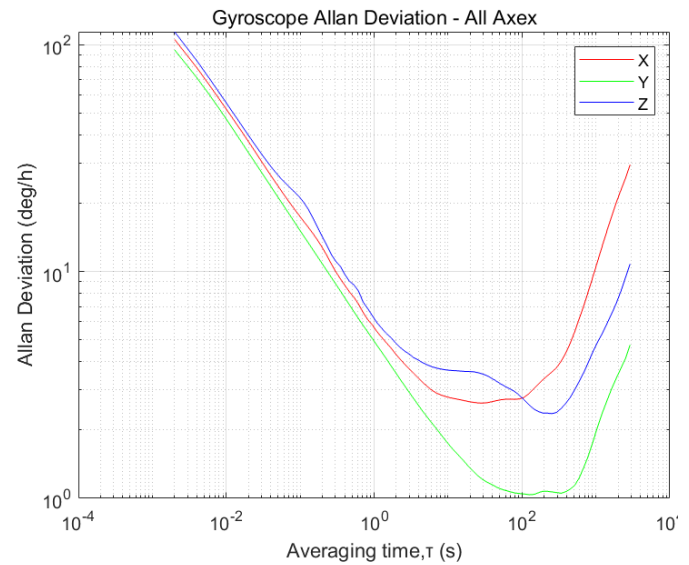


Figure 10: HI14SX Gyroscope Allan Variance

7.9 融合参数

Table 17: 融合参数

Parameters	Value
俯仰角(Pitch)	±90°
横滚角(Roll)	±180°
航向角(Yaw)	±180°
分辨率	0.01°
四元数	支持
PPS+UTC 时间	HI14SX 支持

7.10 姿态角精度

Table 18: 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)	HI14M0			0.15	0.3	°	
	HI14R2/HI14R3/HI14R5/HI14SX				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 (6DOF)		HI14M0		9		°	2
		HI14RX/HI14SX		5			
航向角磁辅助(AHRS)				2	3	°	3
航向角旋转误差 (6DOF)	100°/s 旋转	HI14M0			3		4
		HI14R2/HI14R3		<0.8	1.3	°	
		HI14R5/HI14SX			1		

- Note1:** 模块水平静止 2h
- Note2:** 模块在室内清洁机器人上运动 1h 测得。1σ
- Note3:** 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
- Note4:** 转台连续旋转 10 圈，航向角累积误差

7.11 机械与环境参数

Table 19: 机械与环境参数

Parameters	Product	Value
尺寸	M12 航插	58.5X40X20mm
	直接出线	40X36X16mm
重量		<75g
外壳材质		铝合金
固定螺丝		M3
表面处理		阳极氧化
抗振动		1.0mm(10Hz-58Hz)&≤20g(58Hz-600Hz)
认证		RoHS 指令 2011/65/EU
		CE
		IP68 防水
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

7.12 产品尺寸

All Dimensions in mm units.

7.12.1 M12 连接器

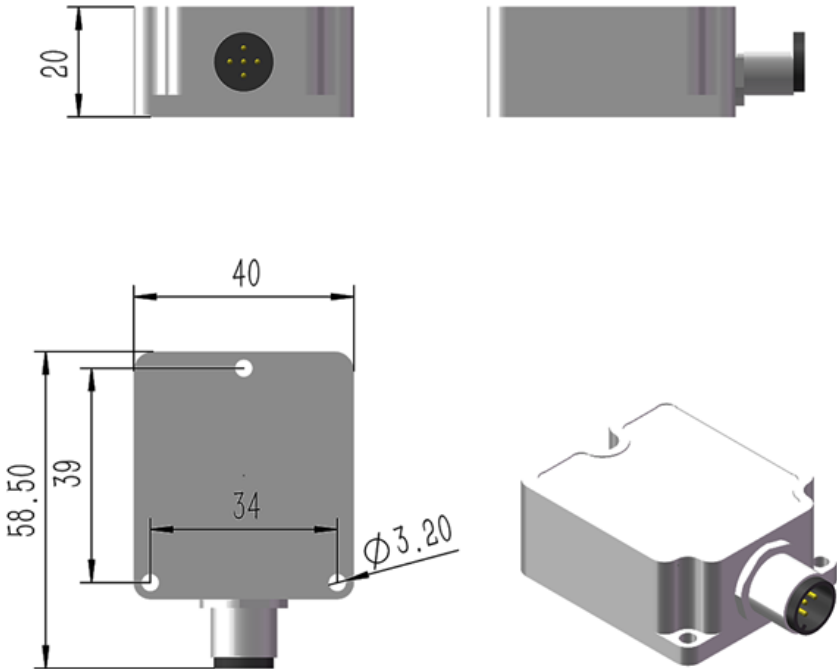


Figure 11: HI14 M12 Mechanical Dimension

7.12.2 PG 连接器

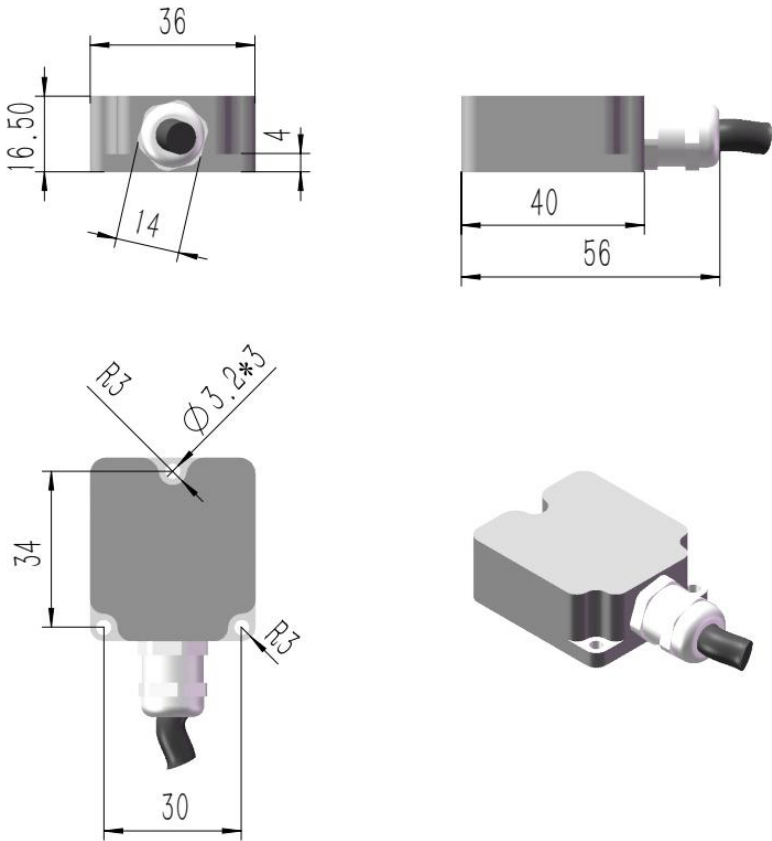


Figure 12: HI14 PG Mechanical Dimension

7.13 传感器引脚定义

7.13.1 HI14 系列 M12-5 芯连接器(UART)



Figure 13: M12 5 Pin definition(sensor side)

Table 20: 5 芯 UART 引脚描述

M12 5Pin	Color	Pin Name	Type	Description	Note
1	棕	SGND	Power	信号地	1
2	白	Vs	Power	电源+	
3	蓝	GND	Power	电源地	1
4	黑	RXD	I	模块串口接收	2
5	灰	TXD	O	模块串口发送	

7.13.2 HI14M0/HI14RX 系列 M12-8 芯连接器(UART)



Figure 14: M12 8 Pin definition(sensor side)

Table 21: HI14M0/HI14RX M12-8 芯 UART 引脚描述

M12 8 Pin	Color	Pin Name	Type	Description	Note
1	白	SGND	Power	信号地	1
2	棕	Vs	Power	电源+	
3	绿	GND	Power	电源地	1
4	黄	RXD	I	模块串口接收	2
5	灰	TXD	O	模块串口发送	
6	粉	SGND	Power	信号地	1
7	蓝	SYNC_IN	I/O	SYNC_IN 同步输入，不用可悬空	3
8	红	SYNC_OUT	I/O	同步输出，不用可悬空	

Table 22: HI14SX M12-8 芯 UART 引脚描述

M12 8 Pin	Color	Pin Name	Type	Description	Note
1	白	SGND	Power	信号地	1
2	棕	Vs	Power	电源+	
3	绿	GND	Power	电源地	1
4	黄	RXD1	I	模块串口接收	2
5	灰	TXD1	O	模块串口发送	
6	粉	SGND	Power	信号地	1
7	蓝	IO1,	I/O	SYNC_IN/PPS 可外接 PPS 信号，不用可悬空	3
8	红	RXD2	I	可外接 GNSS 或者其他虚拟的 UTC 时间设备	

- Note1: 信号地与电源地相连
- Note2: 串口电平取决于用户选择的接口, 如果是 RS-232 接口, 那么接口电平为 RS-232, 如果是 UART 接口, 那么电平是 TTL
- Note3: 多功能 IO, 具体使用方法参考指令与编程手册

7.13.3 M12 连接器(RS-485)



Figure 15: M12 Pin definition(sensor side)

Table 23: RS-485 引脚描述

M12 5Pin	Color	Pin Name	Type	Description	Note
1	棕	485 GND	Power	RS-485 地 屏蔽地与外壳相连 不用可悬空	
2	白	Vs	Power	电源+	
3	蓝	GND	Power	电源地	
4	黑	485 A	AIO	RS-485 A	
5	灰	485 B	AIO	RS-485 B	

7.13.4 M12 连接器(RS-422)



Figure 16: M12 Pin definition(sensor side)

Table 24: RS-422 引脚描述

M12 8 Pin	Color	Pin Name	Type	Description	Note
1	白	SGND	Power	信号地	
2	棕	Vs	Power	电源+	
3	绿	GND	Power	电源地	
4	黄	RX+	AIO		
5	灰	RX-	AIO		
6	粉	TX+	AIO		
7	蓝	TX-	AIO		
8	红	IO1	IO		

7.13.5 M12 连接器(CAN)



Figure 17: M12 Pin definition(sensor side)

Table 25: CAN 引脚描述

M12 5Pin	Color	Type	Description	Note
1	棕	Power	CAN 地 屏蔽地与外壳相连 不用可悬空	
2	白	Power	电源+	
3	蓝	Power	电源地	
4	黑	AIO	CAN High	
5	灰	AIO	CAN Low	

7.13.6 M12 连接器(CAN+RS-232)



Figure 18: M12 Pin definition(sensor side)

Table 26: CAN+RS-232 引脚描述

M12 8 Pin	Color	Pin Name	Type	Description	Note
1	白	SGND	Power	信号地	
2	棕	Vs	Power	电源+	
3	绿	GND	Power	电源地	
4	黄	RXD	I	模块串口接收(RS-232 电平)	
5	灰	TXD	O	模块串口发送(RS-232 电平)	
6	粉	CAN GND	Power	CAN 地 屏蔽地与外壳相连 不用可悬空	
7	蓝	CAN H	AIO	CAN High	
8	红	CAN L	AIO	CAN Low	

7.13.7 PG 连接器引脚定义

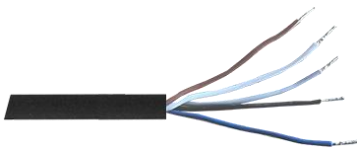
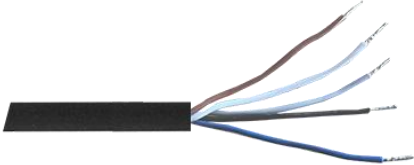


Figure 19: PG Cable

Table 27: PG 出线引脚定义

5 芯直接出线					
Number	1	2	3	4	5
Color	棕(BN)	白(WH)	蓝(BU)	黑(BK)	灰(GY)
UART	SGND	Vs	GND	RXD	TXD
RS-485	485 GND 屏蔽地	Vs	GND	RS-485 A	RS-485 B
CAN	CAN GND 屏蔽地	Vs	GND	CAN H	CAN L

8 配套线束

Description	Digram	Note
M12 5 芯直母头-DB9 母头+OPEN 电源线外置 默认适用 HI14XX-232-00X		1
M12 8 芯直母头-DB9 母头+OPEN 电源线外置 默认适用 HI14XX-232-10X		1
M12 5 芯直母头-OPEN 默认适用 HI14XX-485-00X,HI14XX-CAN-00X HI14XX-URT-00X		1
M12 8 芯直母头-OPEN 默认适用 HI14XX-URT-10X,HI14XX-MIO-00X		1
M12 5 芯直母头-USB A 公头 默认适用 HI14XX-USB-00X		1,2
PG 直接出线-OPEN 适用 HI14XX-485-01X,HI14XX-CAN-01X HI14XX-URT-01X ,HI14XX-232-01X		
PG 直接出线-DB9+OPEN ⁴ 适用 HI14XX-232-01X		

Note1: 默认线长 3m，线缆长度还可提供 1m、5m 选择，如需其他线长度请与我们联系定制

Note2: 内置 USB 转 UART 芯片

9 接线示意图

9.1 M12-A 5 芯母头转 DB9 母头(RS-232 不带同步)

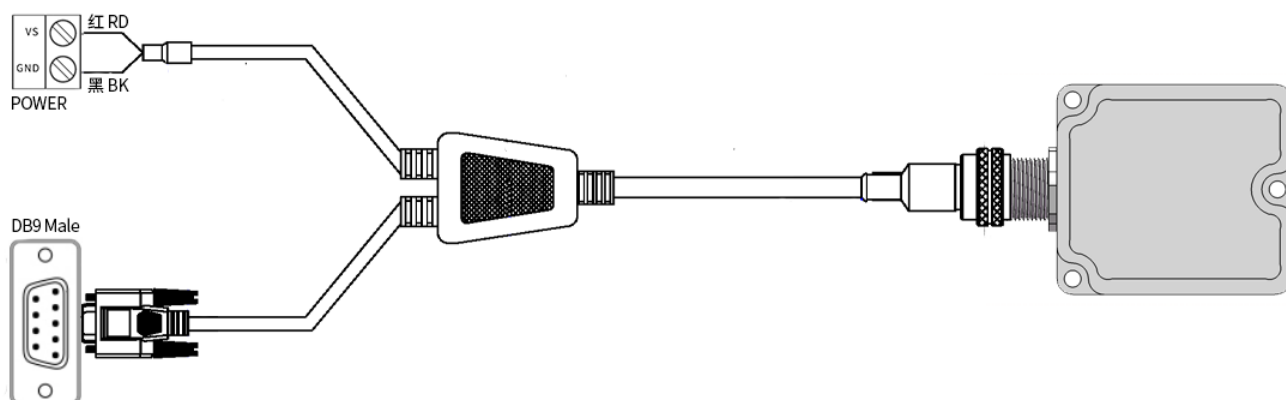


Figure 20: M12-A code 5pin to DB9+OPEN external power RS-232

9.2 M12-A 8 芯母头转 DB9 母头(RS-232 带同步)

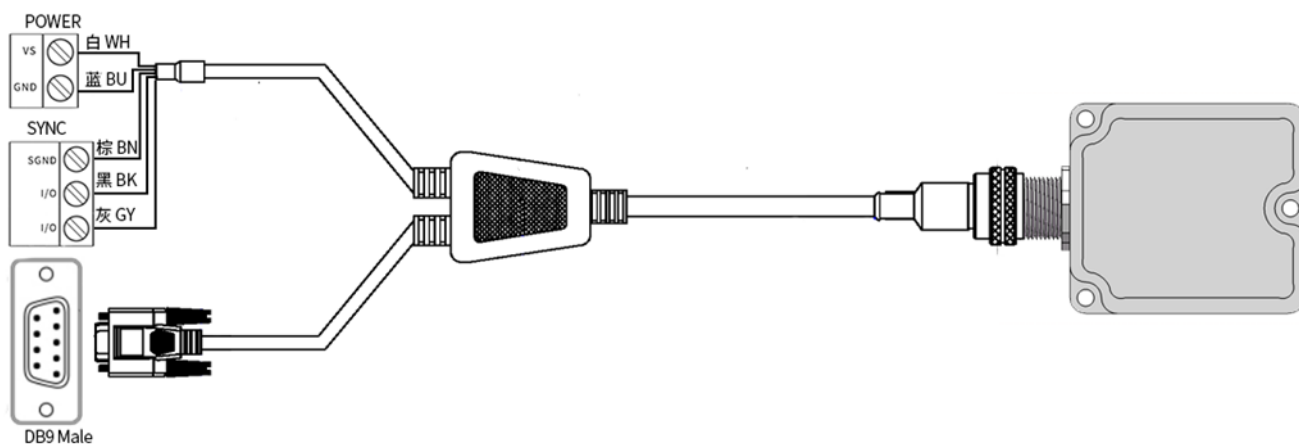


Figure 21: M12-A code 8pin to DB9+OPEN

9.3 M12-A 8 芯母头转 DB9 母头(RS-232 带 PPS+UTC/GPRMC 同步)

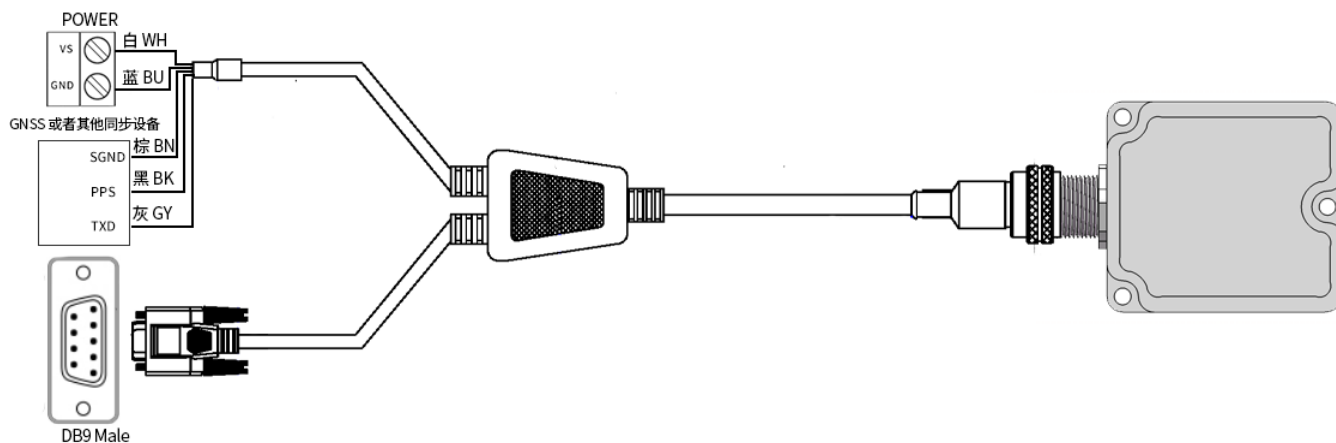


Figure 22: M12-A code 8pin to DB9+OPEN PPS+UTC

9.4 M12-A 8 芯母头转 DB9 母头(CAN+RS-232, 电源线外置)

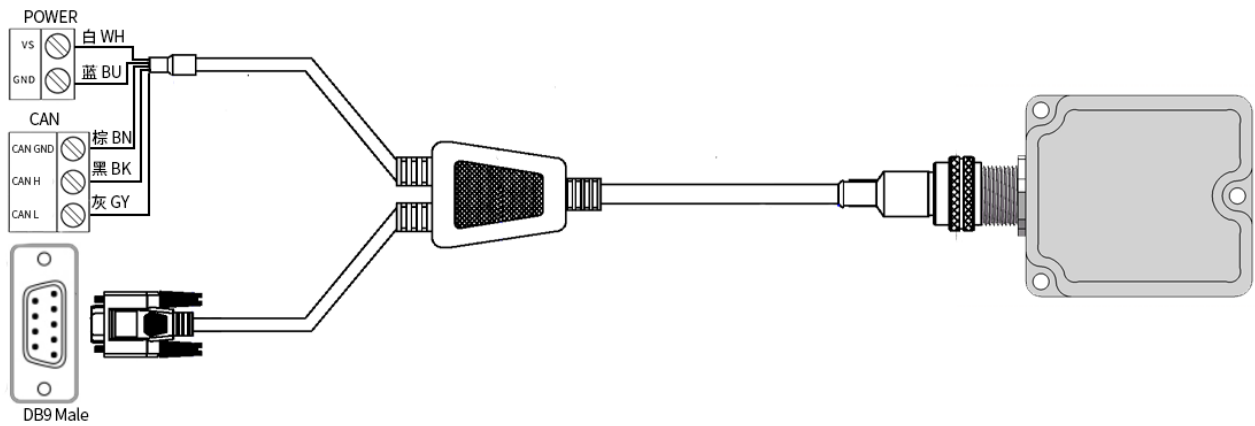


Figure 23: M12-A code 8pin to DB9+OPEN external power CAN+RS-232

9.5 M12-A 5 芯母头转 USB-A(RS-232 转 USB)

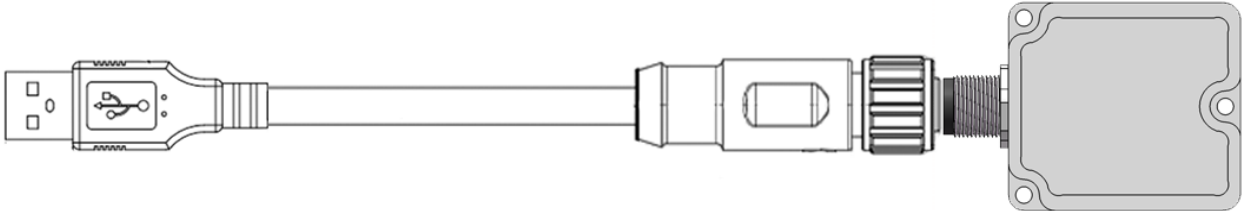


Figure 24: M12-A code 5pin to USB A

9.6 M12-A 5 芯母头转 OPEN

9.6.1 RS-485 接口

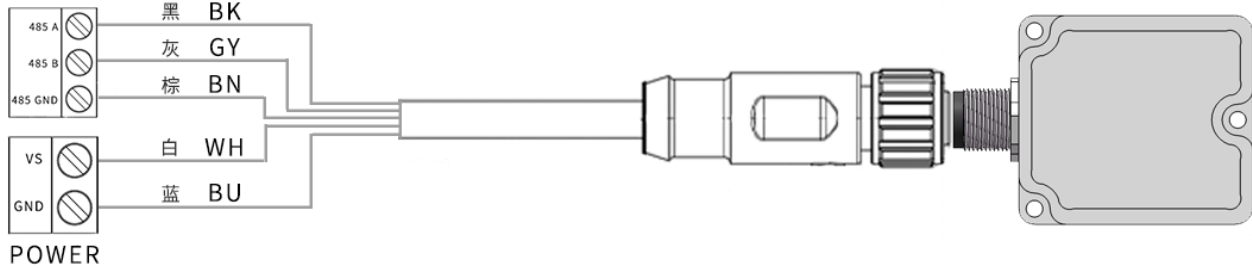


Figure 25: M12-A code 5pin to open RS-485

Note1: 如果用户 485 设备没有 485 GND 引脚, 那么 485 GND(棕线)可以不接

9.6.2 CAN 接口

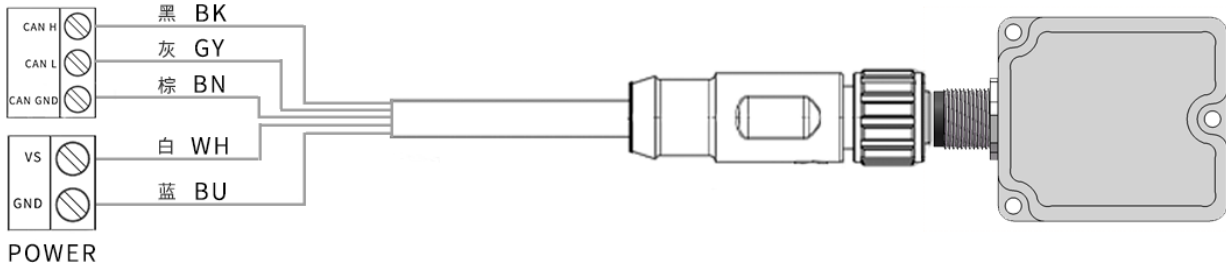


Figure 26: M12-A code 5pin to open CAN

Note1: 如果用户 CAN 设备没有 CAN GND 引脚那么 CAN GND(棕线)可以不接

9.6.3 UART(RS-232/TTL)接口

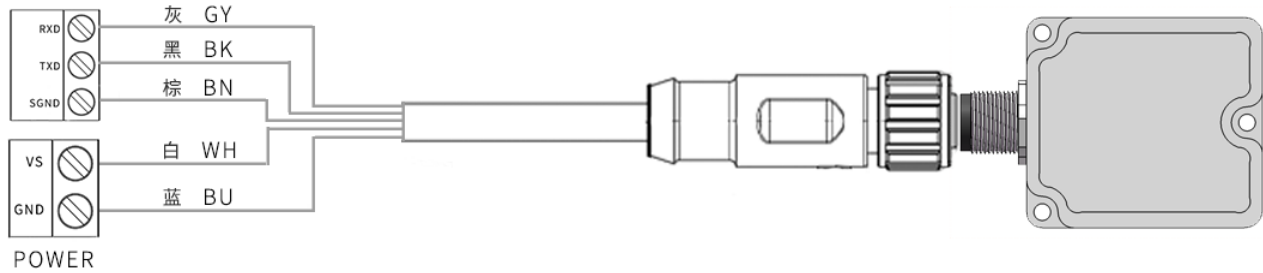


Figure 27: M12-A Code 5pin to Open UART

Note1: 如果电源系统与 UART 系统有共同的参考地，那么 SGND(棕线)可以不接

9.7 M12-A 8 芯母头转 OPEN(UART 带同步)

9.7.1 同步输入输出与 UART 共地

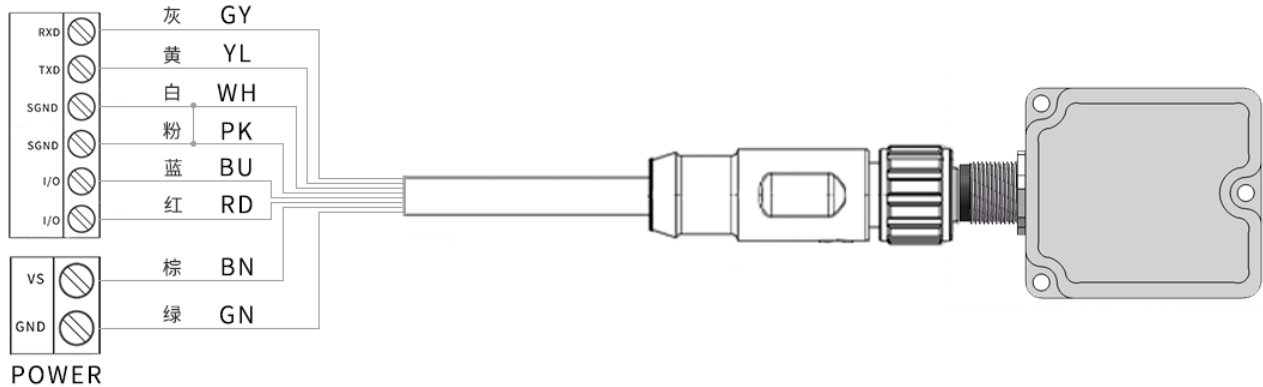


Figure 28: Synchronous with UART common ground

Note1: 在此系统中如果电源与 UART 系统共地，那么 SGND(白、粉)可以悬空

9.7.2 同步输入输出与 UART 不共地

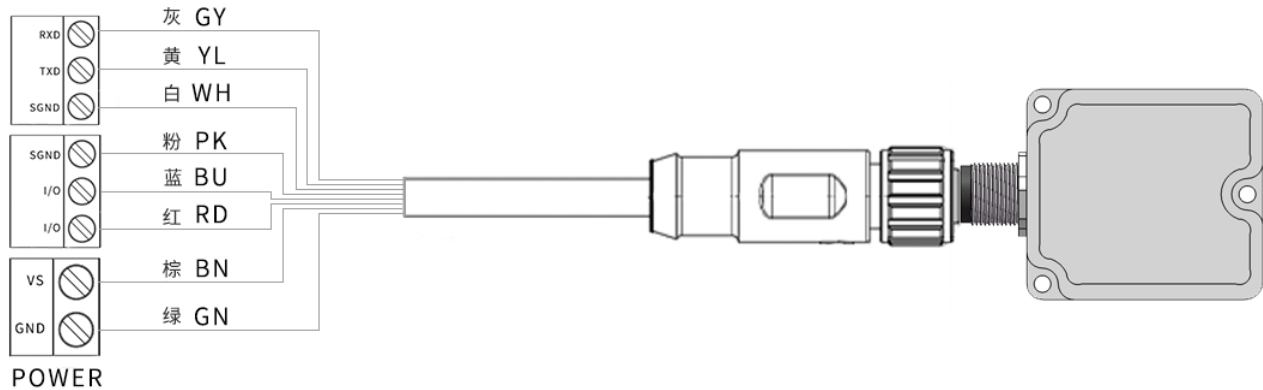


Figure 29: Synchronous with UART not common ground

Note1: 如果电源系统与 UART 系统参考地为同一个地，那么 SGND(白线)可以不接

Note2: 如果电源系统与同步系统参考地为同一个地，那么 SGND(粉线)可以不接

9.7.3 PPS+UTC/GPRMC 时间同步

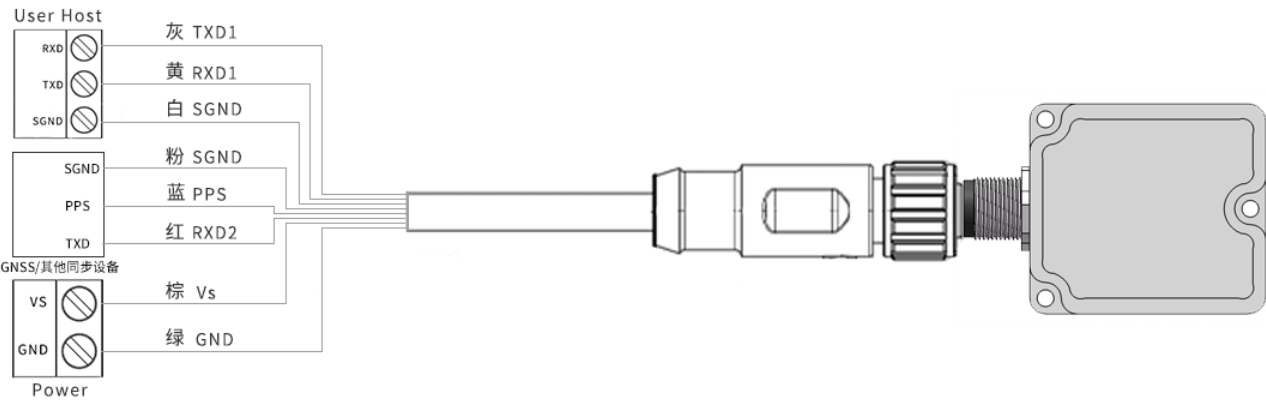


Figure 30: PPS+UTC Synchronous

10 坐标系与安装

10.1 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：

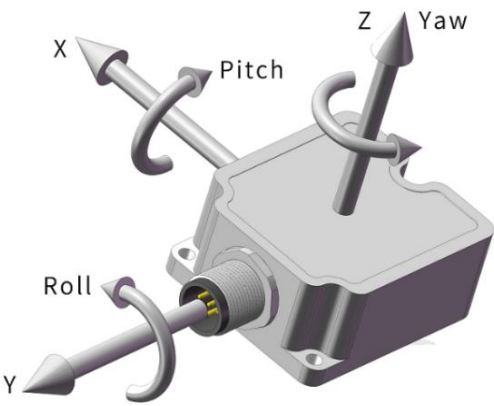


Figure 31: Coordinate System

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。

10.2 传感器中心位置

Table 28: HI14 系列传感器中心位置

Axis	X-offset	Y-offset	Z-offset	Unit
X	0	0	6.2	mm
Y	0	0	6.2	mm
Z	0	0	6.2	mm

10.3 推荐的安装方式

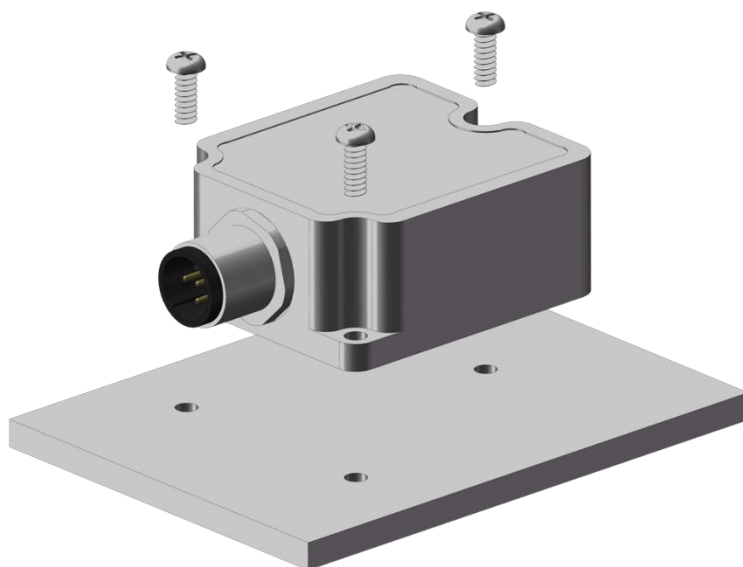


Figure 32: Mounting Example

Note1: 如需其他安装方式，请参考指令与编程手册对坐标系进行旋转

Note2: 建议将模块安装到被测物体振动小，温度变化小的位置

11 初始配置

HI14 系列设计的初表是用户进行最低限度的配置，以实现覆盖绝大部分应用场景的操作。因此默认配置已经可以满足很多工况的场景，但是我们也为用户提供了其他配置选项以应对特殊场景。

11.1 接口初始配置

Table 29: 接口默认配置表

Interf	Parameters	Condition	Value	Unit	Note
UART	波特率		115200	bps	1
	起始位		1	bit	
	数据长度		8	bits	
	停止位		1	bit	
	校验位		无	bit	
	输出帧率		100	Hz	2
	协议		二进制 91 协议		3
CAN	波特率		500	kbps	1
	输出帧率		100	Hz	2
	协议		CANopen		3
	120Ω电阻		无		4
RS-485	波特率		115200	bps	1
	起始位		1	bit	
	数据长度		8	bits	
	停止位		1	bit	
	校验位		无	bit	
	输出帧率		10	Hz	2
	协议		Modbus		3
	120Ω电阻		无		4

- Note1:** 如需更改波特率请参考指令与编程手册
- Note2:** 如需更改数据帧率请参考指令与编程手册
- Note3:** 如需更改输出协议请参考指令与编程手册
- Note4:** 出厂默认没有 120Ω电阻，如果需要请与我们联系

11.2 传感器初始配置

Table 30: 传感器初始配置

Parameters	Value	Unit	Note
陀螺仪量程	HI14MX/RX ±2000	°/s	1
	HI14SX ±2000		
3dB 带宽	90	Hz	1
加速度计量程	HI14MX/RX ±12	g	1
	HI14SX ±32		
3dB 带宽	80	Hz	1
模式	6DOF		1

12 通信协议

12.1 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。

12.2 Modbus

RS485 通讯协议遵循 Modbus RTU 协议规范,数据以寄存器为单位进行发送和接收,每个寄存器占用 2 个字节,采用大端模式(高字节在前),详细的协议请参考指令与编程手册

12.3 CAN

12.3.1 CANopen

CAN 接口符合 CANopen 协议,所有通讯均使用标准数据帧,使用 TPDO1-7 传输数据。不接收/发送远程帧和拓展 数据帧,所有 TPDO 采用异步定时触发模式,详细的协议请参考指令与编程手册。

12.3.2 J1939

模块默认输出协议为 CANOpen,如需 SAE J1939 协议,请与我们联系

13 同步功能

如果用户的系统包含多个子系统比如雷达、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、PPS+UTC 时间以及同步输出等同步方式，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

14 包装

HI14 系列模块有专属定制的 EPE 泡棉衬底，然后再将其装入盒中。

14.1 HI14 系列 M12 接口



Note1: 包装箱中还会装入用户所使用的线束。

Table 31: 纸箱尺寸

Device	SPQ(PCS)	L(mm)	W(mm)	H(mm)
HI14 系列	2	150±3	150±3	60±3

Note1: PG 直接出线接口的纸箱高度为 70±3mm

14.2 HI14 系列 PG 接口

由于 HI14 系列 PG 接口采用直接出线的方式，因此直接出线的产品并没有装在防静电袋中，而是直接装在 EPE 泡棉衬底中，然后再装入包装盒中，尺寸参考 15.1。

15 术语解释

IMU: 惯性测量单元 Inertial Measurement Unit

VRU: 垂直参考单元 Vertical Reference Unit

AHRS: 航姿参考系统 Attitude and Heading Reference System

PPS: 秒脉冲

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, 如图下图所示:

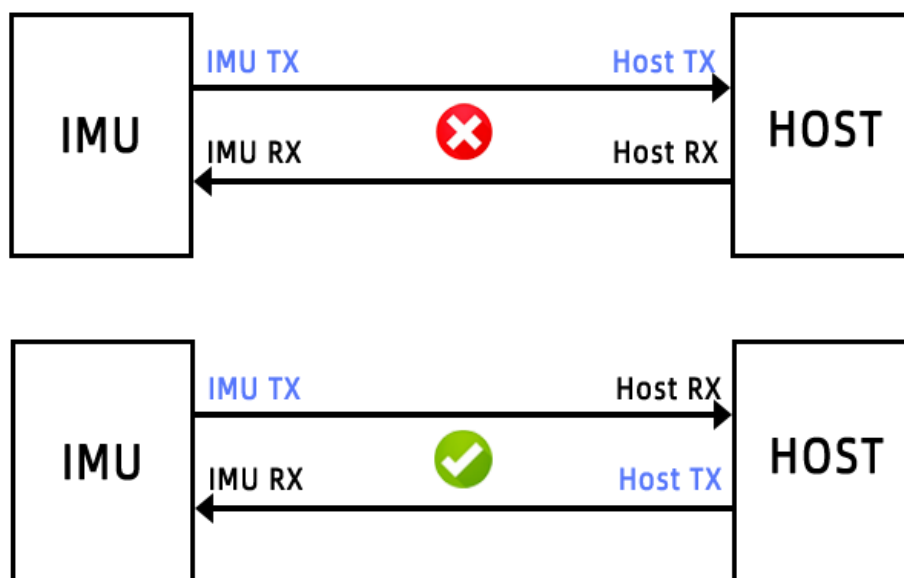


Figure 33: IMU 串口与单主机相连

- ## 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：

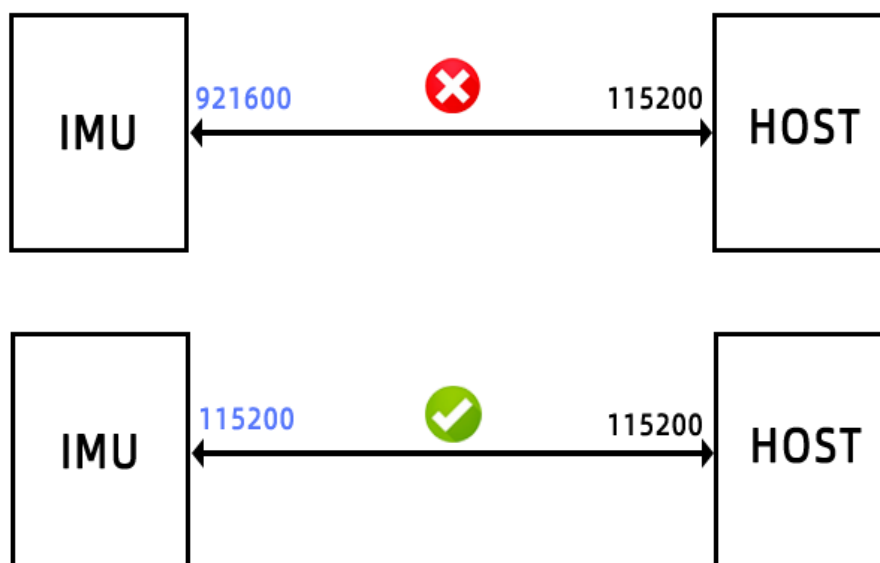


Figure 34: IMU 串口与单主机相连

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

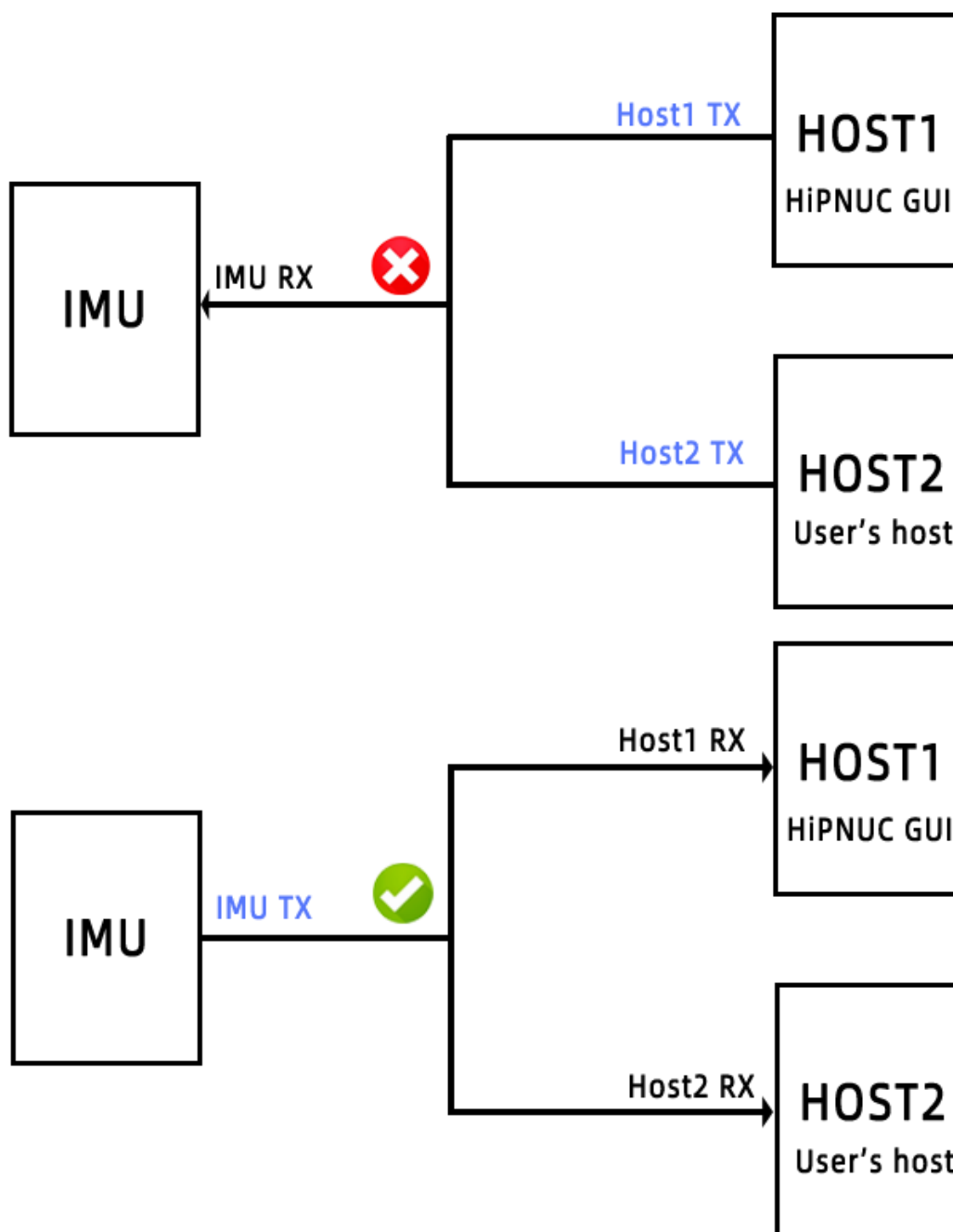


Figure 35: IMU 串口同时与用户主机和 HiPNUC GUI 相连

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。