

1 特性

1.1 硬件

- 航向角增强型 MEMS-IMU
- 出厂-40-85°C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 2°/h
- 加速度计零偏不稳定性可达 0.018mg
- 全对称设计
- 多功能 IO 输出信号(包括但不限于同步输入与输出、报警等功能)
- 优异的抗振性
- 集成温度传感器
- 小体积独立外壳封装, 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
- 矿下仪器仪表
- 低速无人驾驶机器人

3 描述

3.1 产品外观



Figure1: HI12

3.2 系统框图

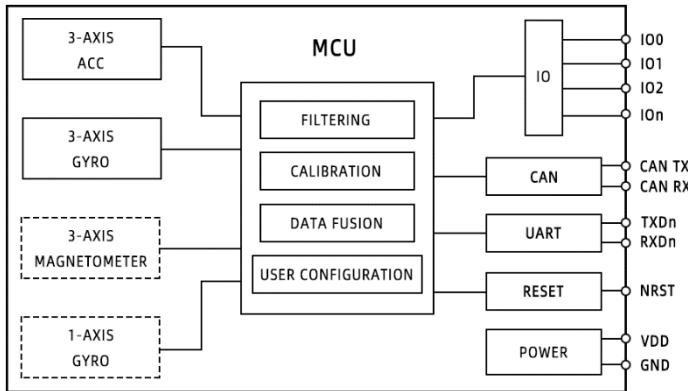


Figure2: Functional block diagram

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

HI12 系列是利用高性能 MEMS-IMU、磁力计和增强型单轴陀螺仪组成的 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。

HI12 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。

HI12 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

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 参数 7

 7.1 绝对最大值..... 7

 7.2 正常工作 7

 7.3 接口参数 8

 7.4 陀螺仪 9

 7.5 加速度计 10

 7.6 磁力计 10

 7.7 温度传感器..... 10

 7.8 初始零偏 11

 7.8.1 HI12M0..... 11

 7.8.2 HI12H1 12

 7.8.3 HI12H3 13

 7.9 Allan 方差曲线 14

 7.9.1 HI12M0..... 14

 7.9.2 HI12H1 15

 7.9.3 HI12H3 16

 7.10 陀螺仪与加速度计温度特性 17

 7.11 融合参数 18

 7.12 姿态角精度 18

 7.13 机械与环境参数 18

 7.14 产品尺寸与引脚定义..... 19

 7.14.1 Molex 接口外壳尺寸..... 19

7.14.2 板对板连接器外壳尺寸	19
7.14.3 板对板连接器封装示意图	20
7.14.4 HI12XX-MI0 Molex 接口引脚定义	20
7.14.5 HI12 板对板连接器引脚定义	21
8 配套线束	22
8.1 Molex A (501330-0800)转杜邦头线束	22
8.2 USB 转 Molex A(501330-0800)线束	22
9 坐标系定义	23
9.1 坐标系	23
9.2 传感器质心位置	23
9.3 推荐的安装方式	24
10 典型参考设计	25
10.1 电源供电	25
10.2 串口通信	25
10.2.1 串口通信最小系统参考设计	25
10.2.2 串口通信(IMU 与主机同步)	25
10.2.3 串口通信(IMU 与外部系统同步)	26
10.3 CAN 通信	28
11 初始配置	29
11.1 接口初始配置	29
11.2 传感器初始配置	29
12 通信协议	30
12.1 串行二进制协议	30
12.2 Modbus	30
12.3 CAN	30
12.3.1 CANopen	30
12.3.2 J1939	30
13 同步功能	31

4 产品选型

Table 1: 选型信息

		HI12a-b-c-d¹				
公司标识	产品系列	a-传感器		b-数据接口	c-硬件接口	d-定制信息
HI	12	M0	3°/h 30ug	MI0	UART	0 Molex 5015680807 00 默认
		H1	2°/h 30ug	MI1	UART+CAN	1 板对板连接器 XX 有定制
		H3	2°/h 18ug			
		H4	2°/h 18ug+Magnetic			

Note1: 型号举例：HI12H3-MI1-000

Note2: 所有型号默认全温温补，仅 1.5.4 及以上固件版本支持

Note3: HI12HX 默认搭配高抗振性单轴陀螺仪

5 产品订购

5.1 订购信息

Table 2: 订购信息

Part Number	Name	Description	Note
HI12M0-MI1-000	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h 30ug UART+CAN Molex 5015680807	
HI12H1-MI1-000	IMU/VRU Module	6DoF 2°/h 30 ug UART+CAN Molex 5015680807	1
HI12H3-MI1-000	IMU/VRU Module	6DoF 2°/h 18ug UART+CAN Molex 5015680807	1
HI12H4-MI1-000	IMU/AHRS Module	6DoF 2°/h 18ug +Magnetic UART+CAN Molex 5015680807	1
HI12H3-MI1-100	IMU/VRU Module	6DoF 2°/h 18ug 板对板连接器	1

Note1: HI12H 系列配备了高抗振性单轴陀螺仪

Note2: HI12H3-MI1-100 使用 CAN 需要搭配 CAN 收发器

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。版本变更历史如下：

Table 3: 硬件版本变更

产品	硬件版本	变更内容
HI12	A0	初始版本
	A1	Molex 连接器接口 增加地磁
		板对板连接器接口 增强内部 pcb 安装适应性

6.2 文档版本信息

Table 4: 文件版本

版本	日期	章节	变更内容
1.0	July 23, 2024	-	初始版本
1.1	Nov 27,2024	5.1、7.14、10.2.2、10.2.3、13	增加产品型号以及说明，精简同步功能描述
1.2	Dec 28,2024	4、5.1、6、7、8	型号变更
1.3	Mar 20,2025	5.1 7.4,7.5,7.9	Allan 更新

6.3 相关文档与开发套件

1. 指令与编程手册
2. CAE/封装文件
3. 评估板 EVAL-HI12 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
6. HI12 系列测试报告

7 参数

如无特殊备注，测试温度 25℃，供电电压 5V。

7.1 绝对最大值

Table 5: 绝对最大值

Parameters	Limit	Comment
机械冲击	2000g	Duration <1ms
存储温度	-40℃-85℃	
ESD HBM	15KV	JEDEC/ESDA JS-001
输入电压	6.5V	
IO To GND	-0.3-5V	

7.2 正常工作

Table 6: 正常工作

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
输入电压		3.3	-	5.5	V	
功耗	HI12M0			240		
	HI12H1			245	mW	
	HI12H3/ HI12H4			300		
工作温度		-40	-	85	℃	
陀螺仪量程		125	400	2000	°/s	1
加速度计量程		3	12	24	g	
启动时间				2	s	2

Note1: HI12H 系列配备了高抗振性单轴陀螺仪，量程<400°/s 效果最佳

Note2: 启动时间指的是系统从关机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 7: 接口参数

Interf	Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
UART(TTL)	波特率		9600	115200	921600	bps	
	起始位		0	1		bit	
	数据长度		0	8		bits	
	停止位			1		bit	
	校验位			无		bit	
	输出帧率		0	100	1000	Hz	1
	逻辑电压	High Low	2.0	3.3	3.6 0.6	V	
CAN	波特率		125	500	1000	kbps	2
	输出帧率		5	100	200	Hz	3
	逻辑电压	High Low	2.0	3.3	3.6 0.6	V	
IO	逻辑电压	High Low	2.0			V V	
	延时(触发功能)	从触发产生到数据传输			800	us	4

Note1: 传感器支持 1,5,10,50,100,200,250,500,1000Hz 数据输出。

Note2: CAN 通信支持的波特率为 125K,250K,500K,1000K。

Note3: 传感器 CAN 通信支持 5,10,50,100,200Hz 数据输出。

Note4: 多功能 IO 操作以及配置请参考指令与编程手册。

7.4 陀螺仪

Table 8: 陀螺仪参数

Parameters	Condition	Product	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程				400	2000	°/s	
分辨率				16bit			
比例因子	100°/s	HI12M0		<600	800		1
		HI12H1		<450	600	ppm	
		HI12H3/ HI12H4		<280	300		
非线性			-0.05	-	0.05	%Fs	2
3dB 带宽				47	116	Hz	
采样率				1000		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	HI12M0	X,Y,Z	3			
		HI12H1	X,Y	3			
			Z	2		°/h	3
		HI12H3/HI12H4	X,Y	1.6			
			Z	2			
零偏稳定性	10s 平滑	HI12M0	X,Y,Z	10			
		HI12H1	X,Y	10			
			Z	4.2		°/h	
		HI12H3/HI12H4	X,Y	5			
			Z	4.2			
零偏重复性	Allan Variance	HI12M0	X,Y,Z	14.5			
		HI12H1	X,Y	14.5			
			Z	5.5		°/h	3
		HI12H3/HI12H4	X,Y	8.2			
			Z	5.5			
角度随机游走	Allan Variance	HI12M0	X,Y,Z	0.42			
		HI12H1	X,Y	0.42			
			Z	0.07		°/√h	3
		HI12H3/HI12H4	X,Y	0.25			
			Z	0.07			
零偏全温变化-40-85°C	Z			0.015	0.035		
	Y			0.05	0.18	°/s	4
	X			0.03	0.08		
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:** 参考 7.9-Allan 方差曲线
- Note4:** 超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3°C/min，详细数据参考 Figure 15 温补曲线

7.5 加速度计

Table 9: 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	1
非线性				0.5		%Fs	
3dB 带宽				145		Hz	
采样率				1600		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	HI12M0/HI12H1		0.03		mg	2
		HI12H3/HI12H4		0.018			
零偏稳定性	10s 平滑	HI12M0/HI12H1		0.07		mg	
		HI12H3/HI12H4		0.035			
零偏重复性	Allan Variance	HI12M0/HI12H1		0.24		mg	2
		HI12H3/HI12H4		0.13			
随机游走	Allan Variance	HI12M0/HI12H1		0.08		m/s/√h	2
		HI12H3/HI12H4		0.04			
零偏全温变化	-40-85°C			1	2.5	mg	3

Note1: 用户安装之后此数值会有变化以实际为准，参考 7.8 初始零偏

Note2: 参考 7.9-Allan 方差曲线

Note3: 超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3°C/min，详细数据参考 Figure 15 温补曲线

7.6 磁力计

Table 10: 磁力计参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程			20		Gauss	
采样率			200Hz			
线性度			0.1		Fs%	

7.7 温度传感器

Table 11: 温度传感器参数

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
量程		-104	-	150	°C	
Offset error			±1		K	

7.8 初始零偏

7.8.1 HI12M0

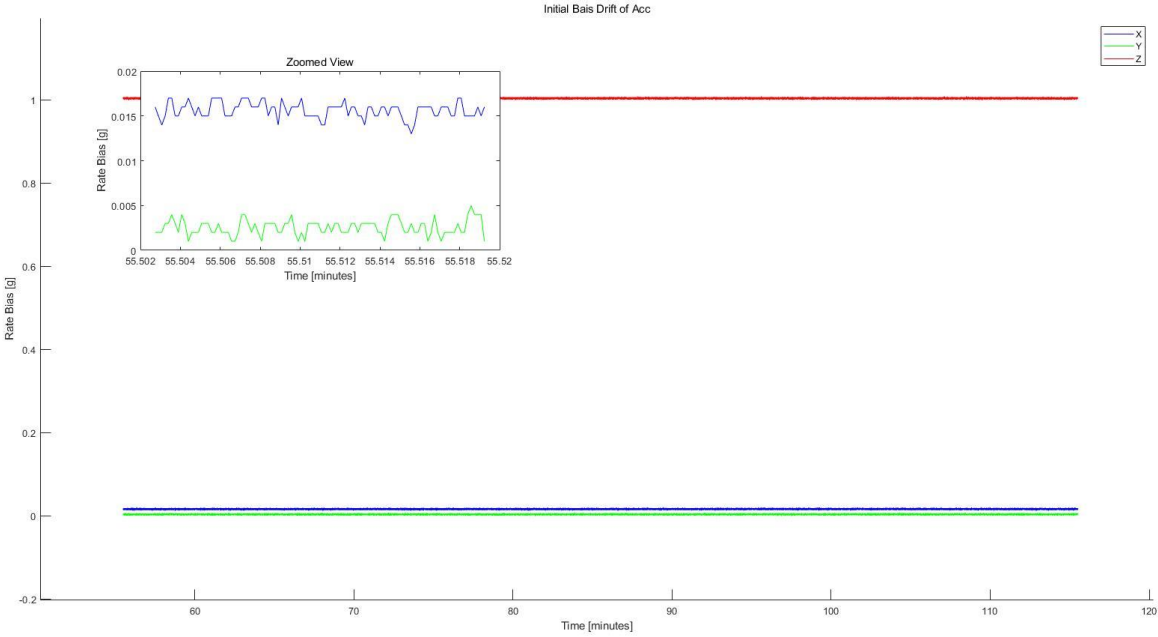


Figure3: HI12M0 initial bias drift of accelerometer

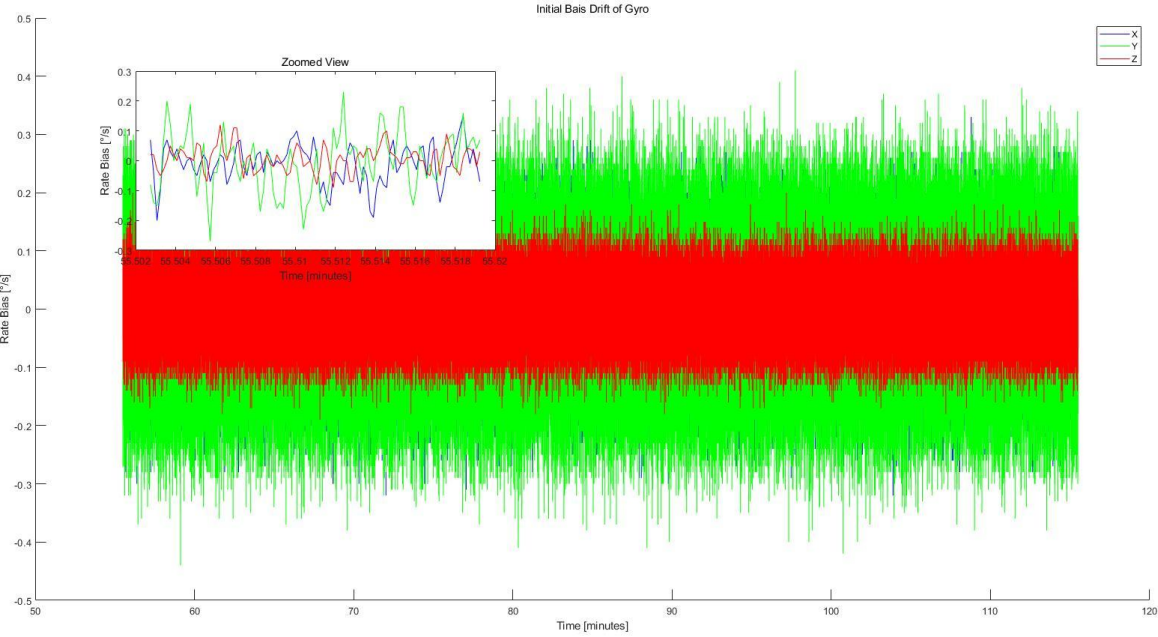


Figure4: HI12M0 initial bias drift of gyroscope

7.8.2 HI12H1

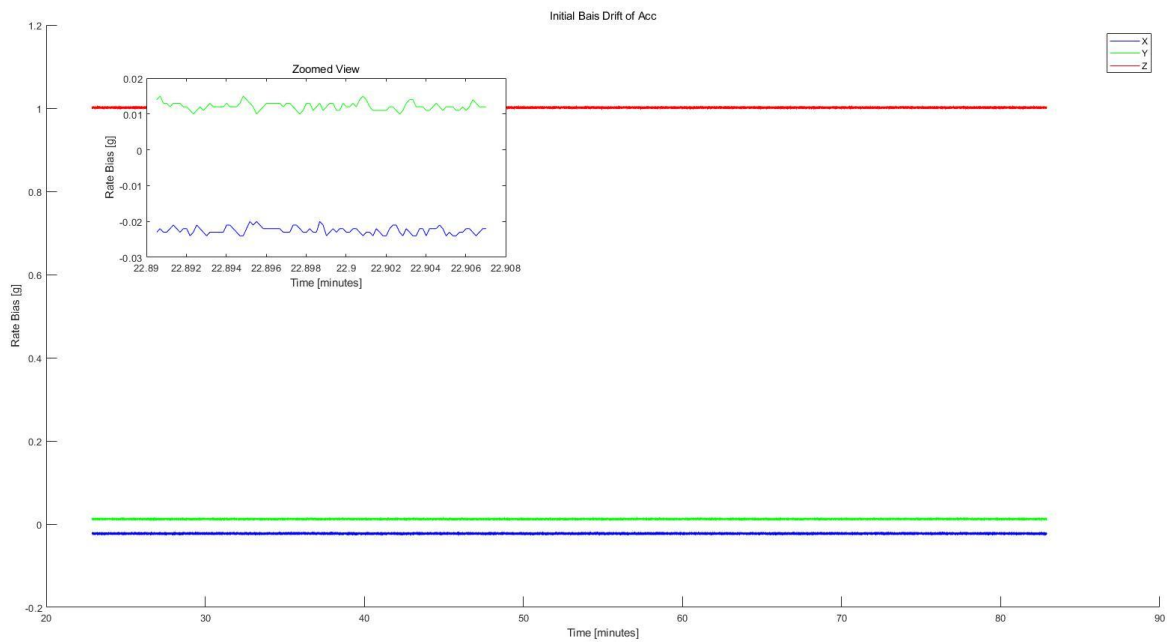


Figure5: HI12H2 initial bias drift of accelerometer

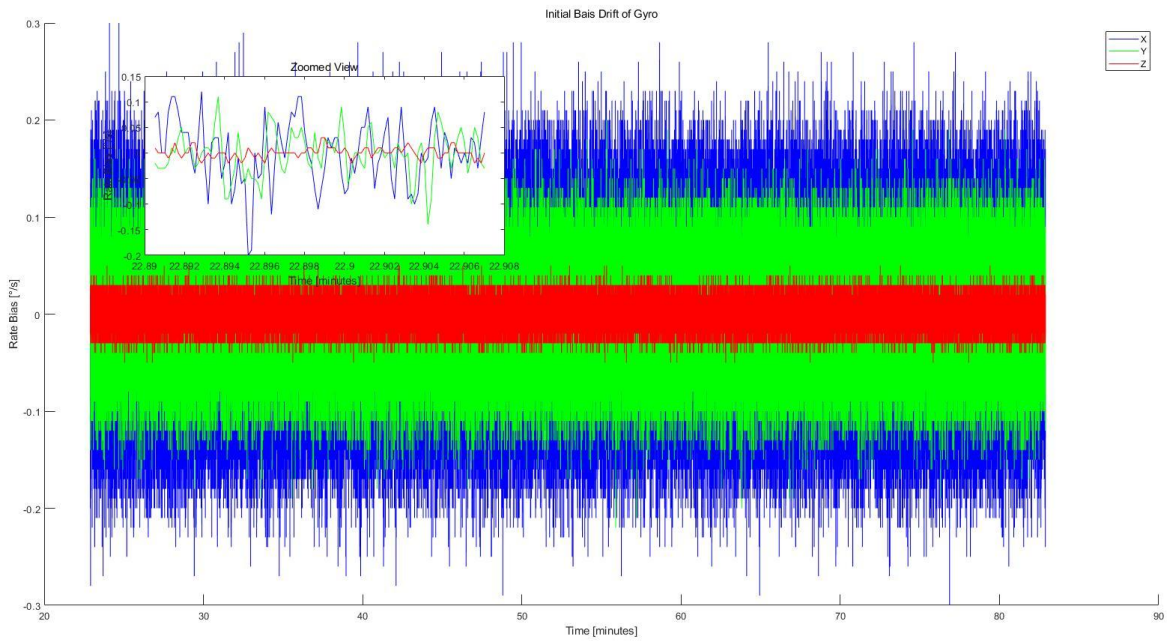


Figure6: HI12H1 initial bias drift of gyroscope

7.8.3 HI12H3//HI12H4

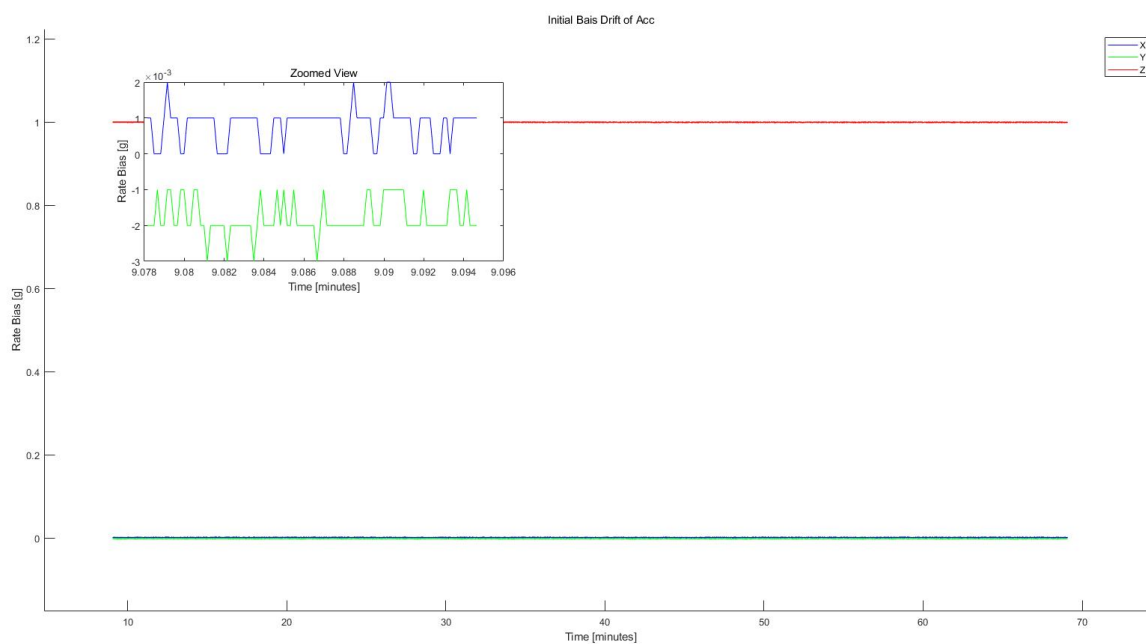


Figure7: HI12H3//HI12H4 initial bias drift of accelerometer

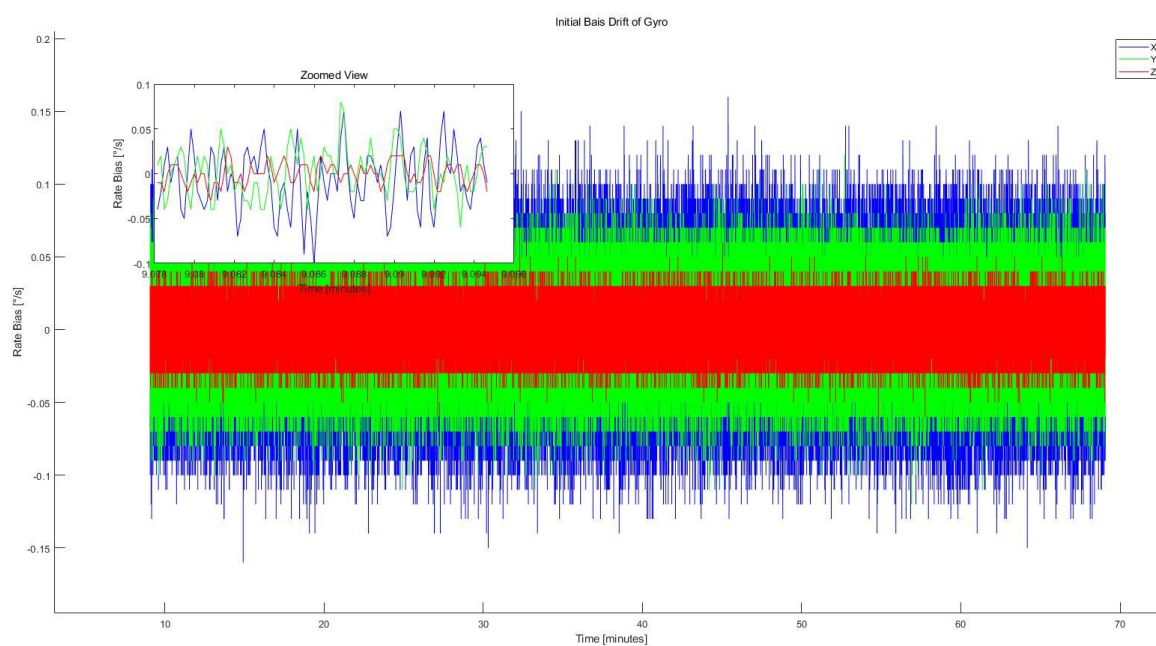


Figure8: HI12H3//HI12H4 initial bias drift of gyroscope

7.9 Allan 方差曲线

7.9.1 HI12M0

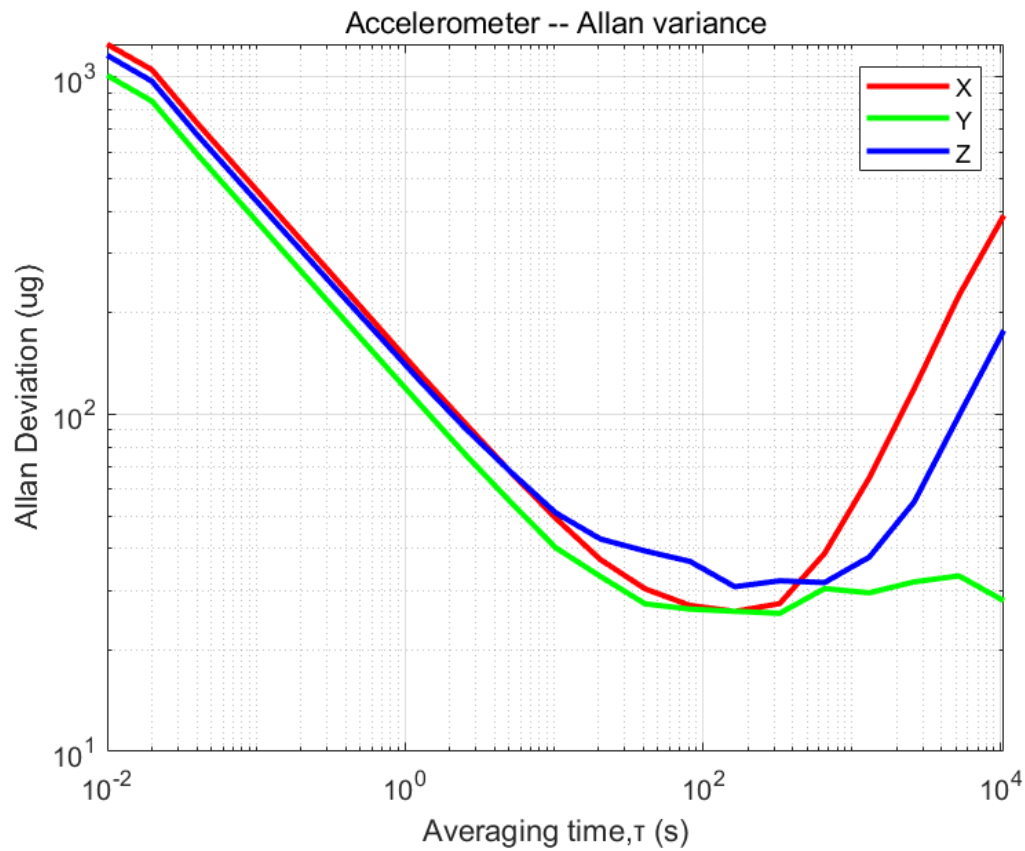


Figure9: HI12M0 Accelerometer Allan Variance

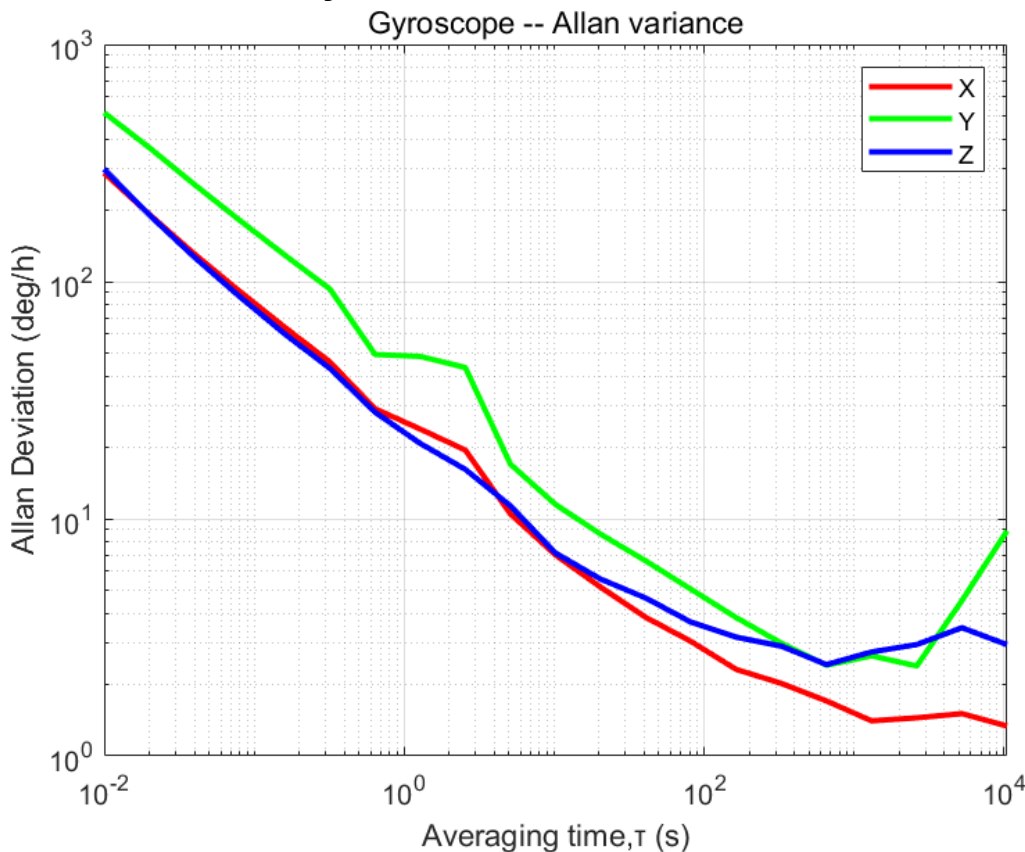


Figure10: HI12M0 Gyroscope Allan Variance

7.9.2 HI12H1

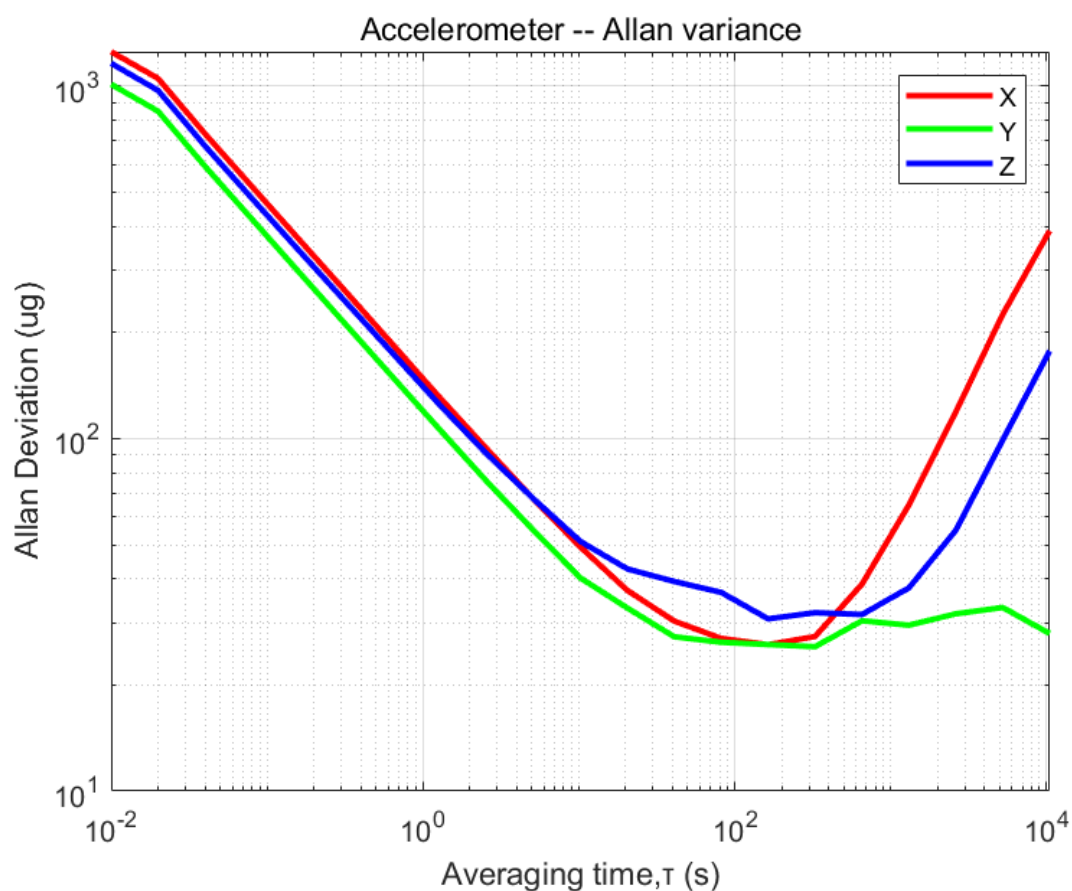


Figure11: HI12H1 accelerometer allan variance

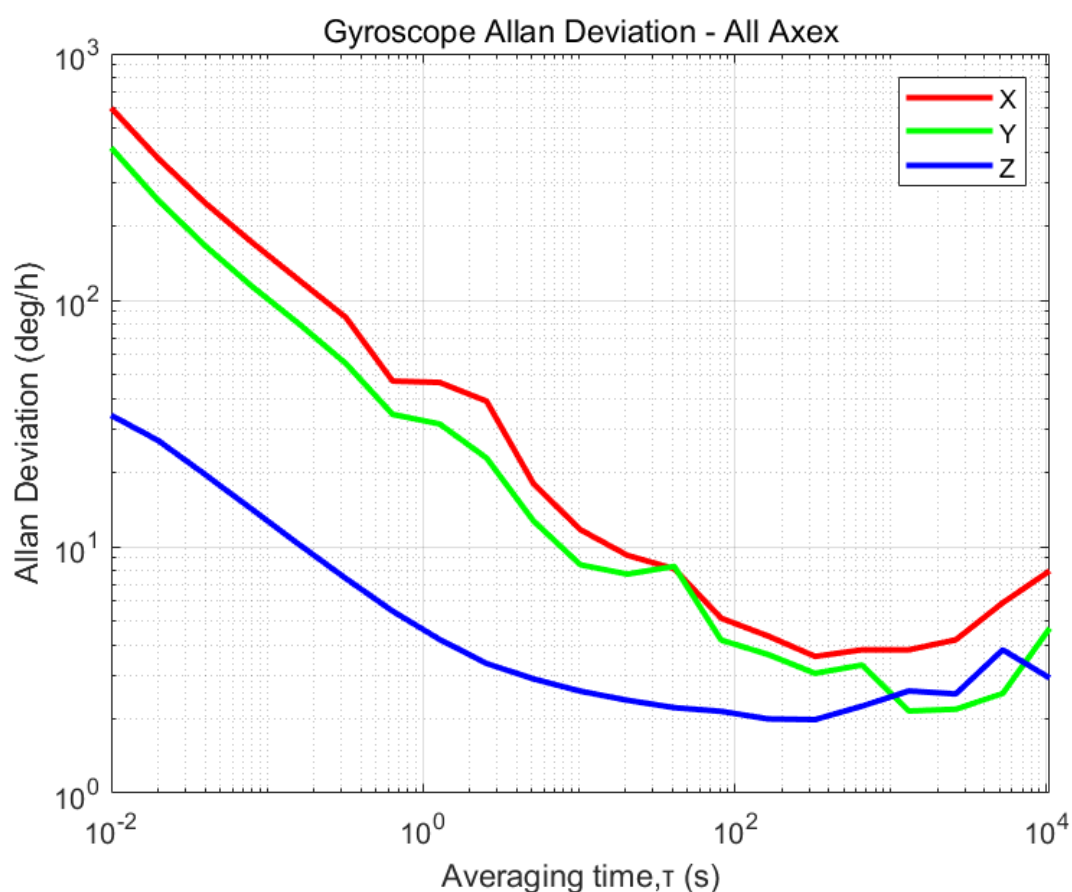


Figure12: HI12H1 gyroscope allan variance

7.9.3 HI12H3//HI12H4

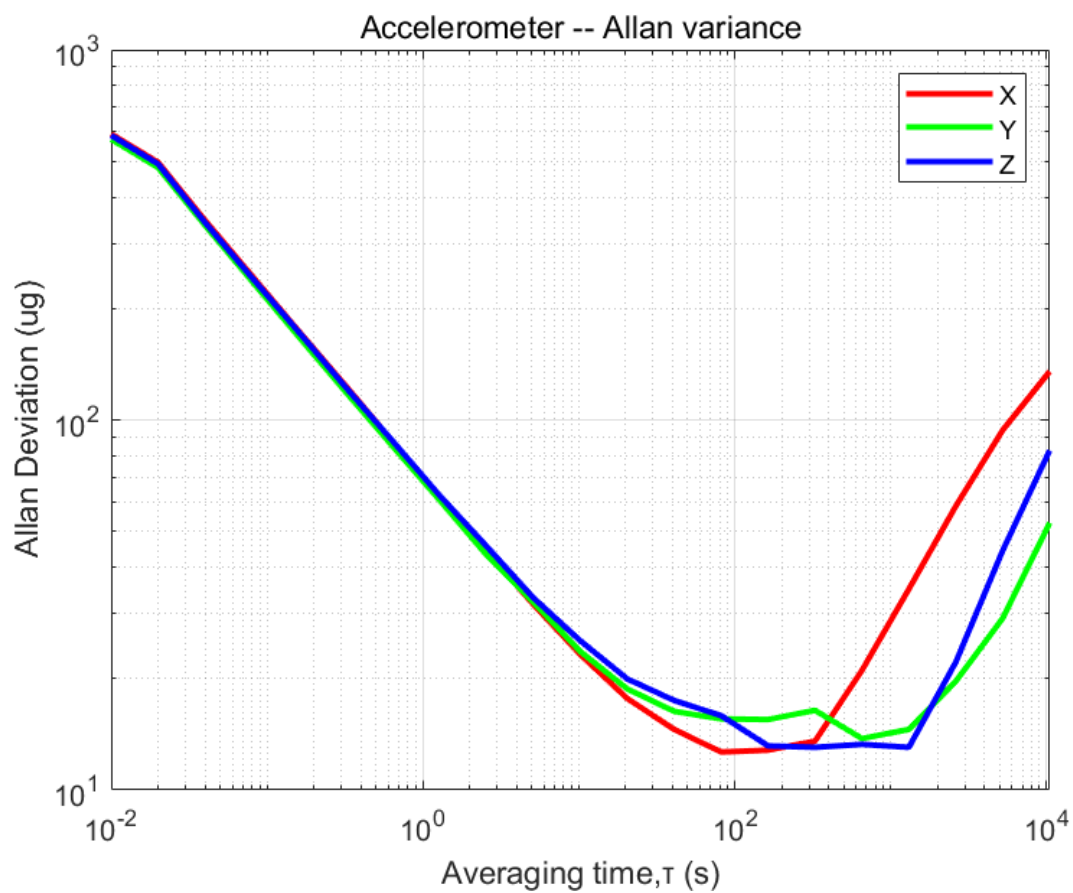


Figure13: HI12H3//HI12H4 accelerometer allan variance

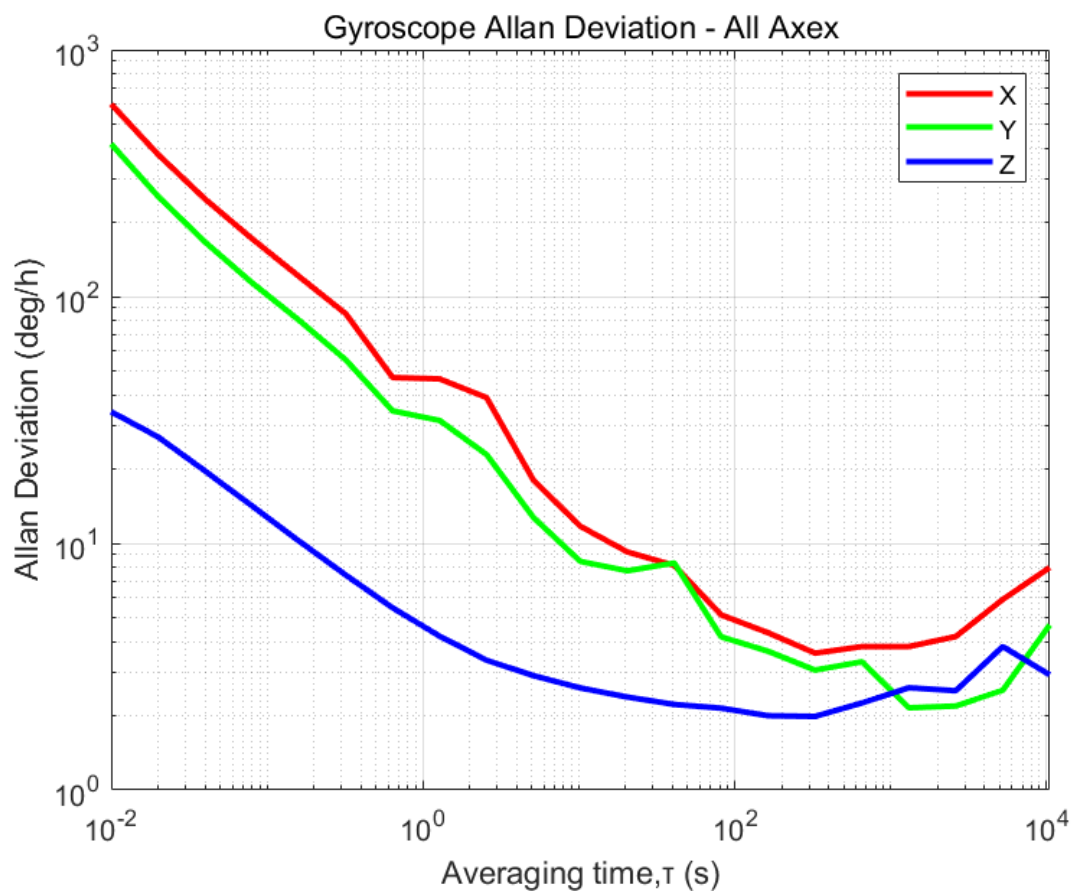


Figure14: HI12H3//HI12H4 gyroscope allan variance

7.10 陀螺仪与加速度计温度特性

将被测样品从-40℃升温至 85℃，对样品零偏数据进行补偿，补偿结果如下

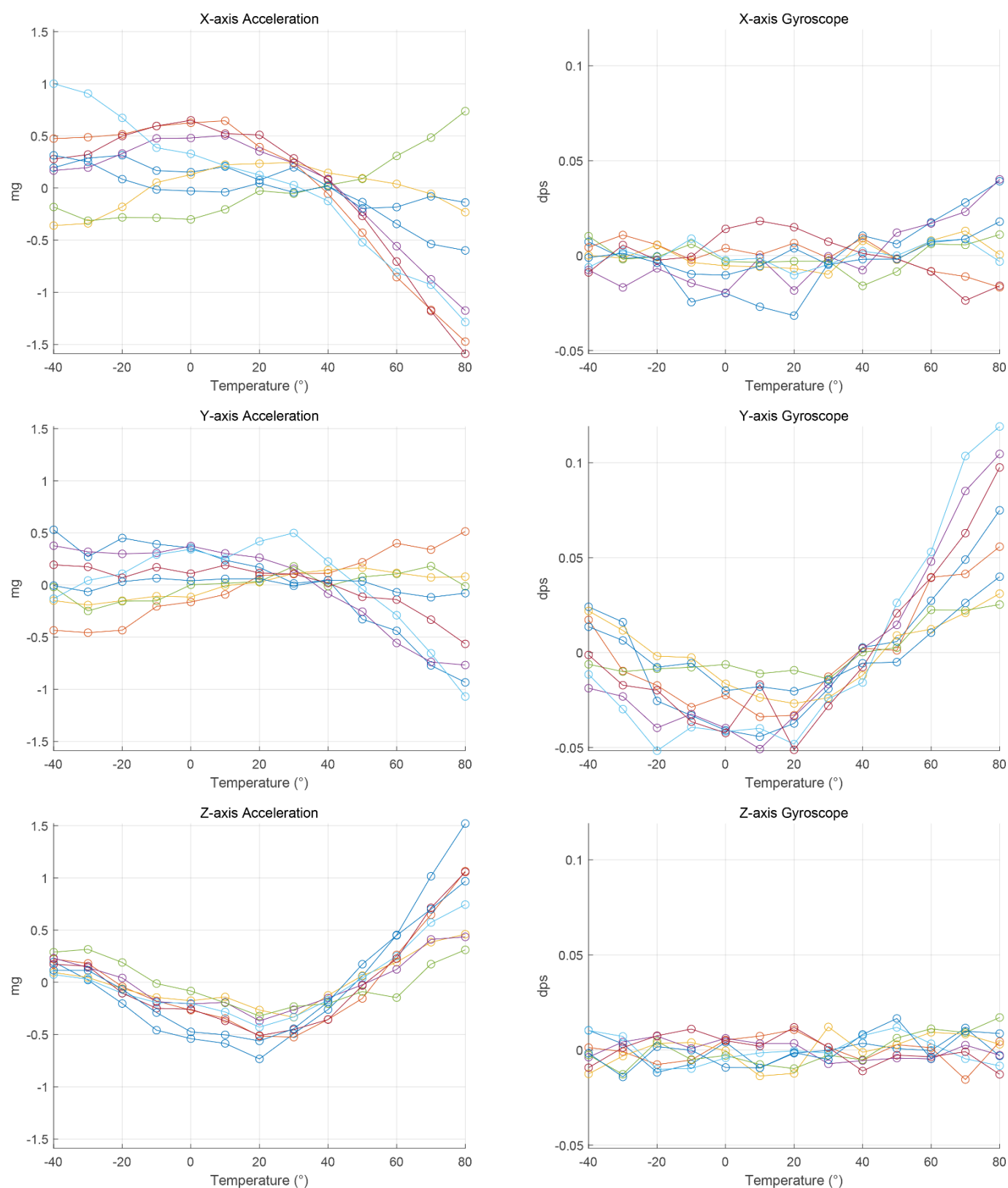


Figure15: Accelerometer and Gyroscope Temperature Compensated Curve

HI12 系列

通用型 IMU/VRU/AHRS 传感器

REV:1.3

7.11 融合参数

Table 12: 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°

7.12 姿态角精度

Table 13: 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(6DOF)		HI12M0		9			
		HI12H1		5		°	2
		HI12H3//HI12H4		5			
航向角磁辅助(AHRS)		HI12H4-XXX-000		2	3	°	3
航向角旋转误差(6DOF)	100°/s 旋转	HI12M0			3		
		HI12H1		<0.8	1.5	°	4
		HI12H3/HI12H4			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

7.13 机械与环境参数

Table 14: 机械与环境参数

Parameters	Product	Value	Note
尺寸	Molex 接口	22X22X10mm	
	板对板连接器	22X22X9mm	
重量		<8g	
外壳材质与工艺		铝合金 CNC	
装配螺丝		M2.5	
接插件型号	Molex	Molex 5015680807	
	板对板连接器	2x8P 排针 1mm 间距	
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	

7.14 产品尺寸与引脚定义

All Dimensions in mm units.

7.14.1 Molex 接口外壳尺寸

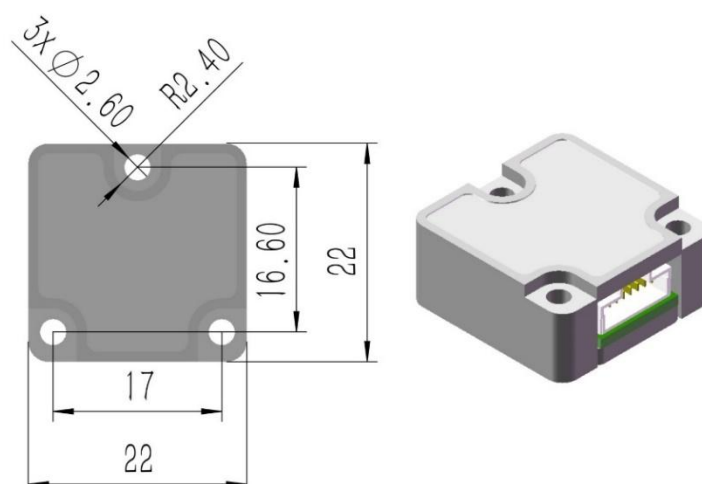
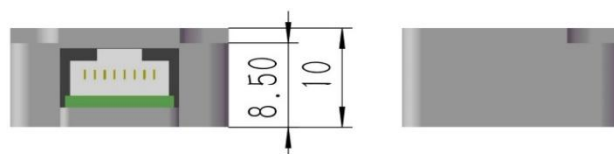


Figure16: HI12 MI0 interface mechanical dimension

7.14.2 板对板连接器外壳尺寸

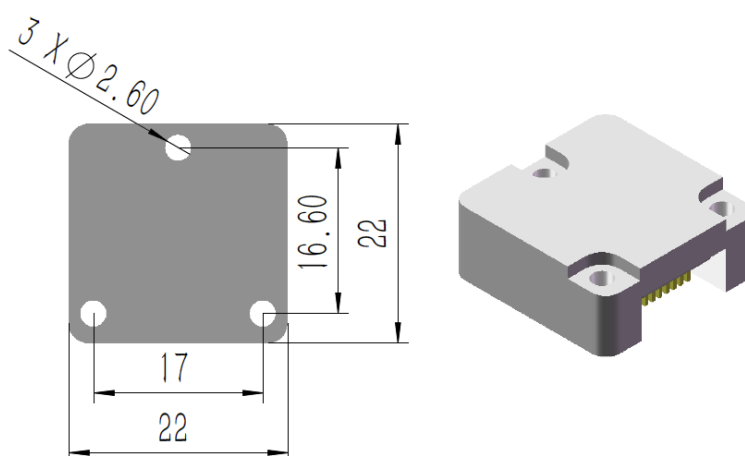
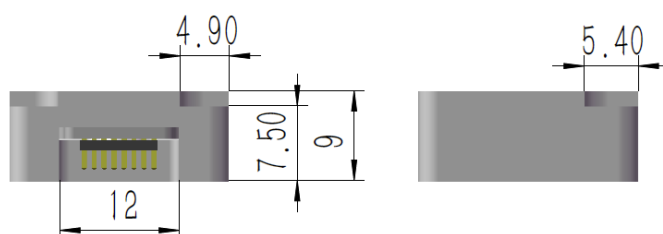


Figure17: HI12 MI1 interface mechanical dimension

7.14.3 板对板连接器封装示意图

Unit:mm

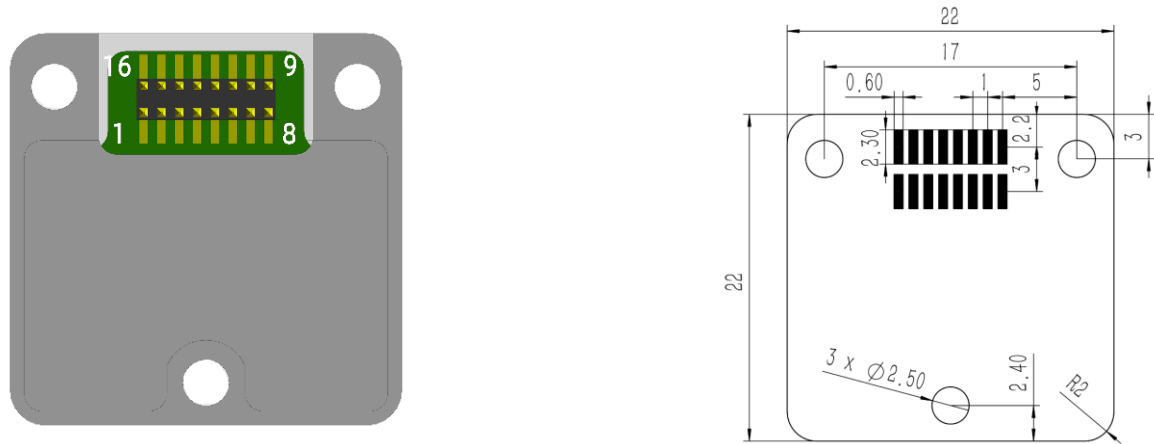


Figure18: HI12 Recommended PCB footprint for board to board connector

7.14.4 HI12XX-MI0 Molex 接口引脚定义

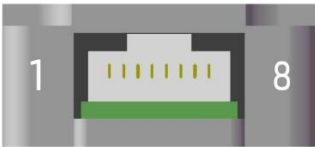


Figure19: Pin configuration as seen from front of HI12

Note1: 接插件型号为 Molex 5015680807，与之配套的接插件型号为 501330-0800

Table 15: 引脚功能描述

Pin Number	MI0 Pin Name	MI1 Pin Name	Type	Functional			Note
1	TXD1	TXD1	O	模块 UART1 发送			1
2	RXD1	RXD1	I	模块 UART1 接收			
3	TXD2	CAN H	O/AIO	模块 UART2 发送 当前需悬空			2
4	RXD2	CAN L	I/AIO	模块 UART2 接收 当前需悬空			
5,6	IO1,IO2	IO1,IO2	I/O	PMUX1	SYNC_IN	同步输入/PPS，不用可悬空	
				PMUX2	SYNC_OT	同步输出，不用可悬空	
				PMUX3	LED	LED 运行指示，不用可悬空	
				PMUX4	SOUT_DIV	同步输出分频，不用可悬空	
				PMUX5	ALARM	报警信号输出，不用可悬空	
7	GND	GND	POWER	GND			
8	VDD	VDD	POWER	电源输入 3.3-5V			

Note1: UART1 主要用于数据传输以及配置模块

Note2: 多功能 IO 引脚，详细说明参考编程手册，默认功能参考 Table17

7.14.5 HI12 板对板连接器引脚定义

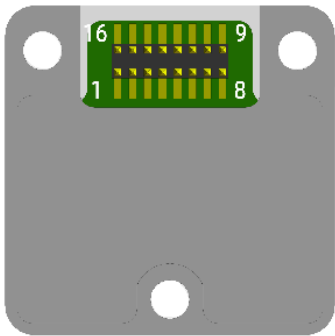


Figure20: Pin configuration

Note1: 接插件规格为 2x8p 排针 1mm 间距，与之配套的接插件型号为 2x8p 排母 1mm 间距

Table 16: 引脚功能描述

Pin Number	Pin Name	Type	Functional	Note
1	VDD	POWER	电源输入 3.3-5V	
2	RXD1	I	模块 UART1 接收	
3	TXD1	O	模块 UART1 发送	
4,11,12,14	IO1,IO6,IO5, IO2	I/O	PMUX1	SYNC_IN 同步输入，不用可悬空
			PMUX2	SYNC_OUT 同步输出，不用可悬空
			PMUX3	LED LED 运行指示，不用可悬空
			PMUX4	SOUT_DIV 同步输出分频，不用可悬空
			PMUX5	ALARM 报警信号输出，不用可悬空
5	CAN_TX	O	模块 CAN 发送	
6	CAN_RX	I	模块 CAN 接收	
7	RXD3	I	模块 UART3 接收 当前悬空	
8	TXD3	O	模块 UART3 发送 当前悬空	
9	TXD2	O	模块 UART2 发送 当前悬空	
10	RXD2	I	模块 UART2 接收 当前悬空	
13	IO9	I/O	保留	
15	EN	I	模块使能引脚，高电平有效，内部上拉，关闭模块将 EN 拉低，不用可悬空	
16	GND	POWER	GND	

Note1: UART1 主要用于数据传输以及配置模块

Note2: 多功能 IO 引脚，详细说明参考编程手册，默认功能参考下表

Table 17: IO 引脚的默认功能

IO	功能
IO1	PMUX1
IO2	PMUX2
IO5	PMUX3
IO6	PMUX4

8 配套线束

8.1 Molex A (501330-0800)转杜邦头线束

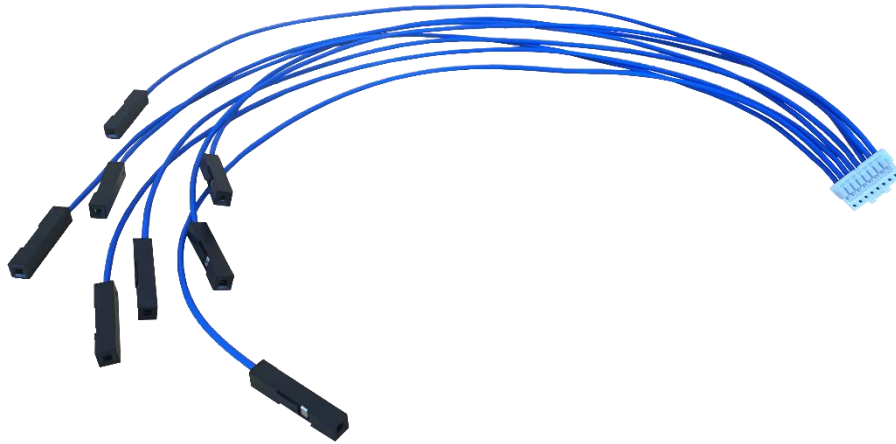


Figure21: 501330-0800 转杜邦头线束

Note1: 此线束适用于 HI12XX-XXX-000 接口产品

8.2 USB 转 Molex A(501330-0800)线束



Figure22: USB 转 Molex A(501330-0800)线束

Note1: 此线束适用于 HI12XX-XXX-000 与 EVAL-HI12XX-XXX-000 产品，线长 1m，内置 USB 转 UART(TTL)模组

9 坐标系定义

9.1 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：

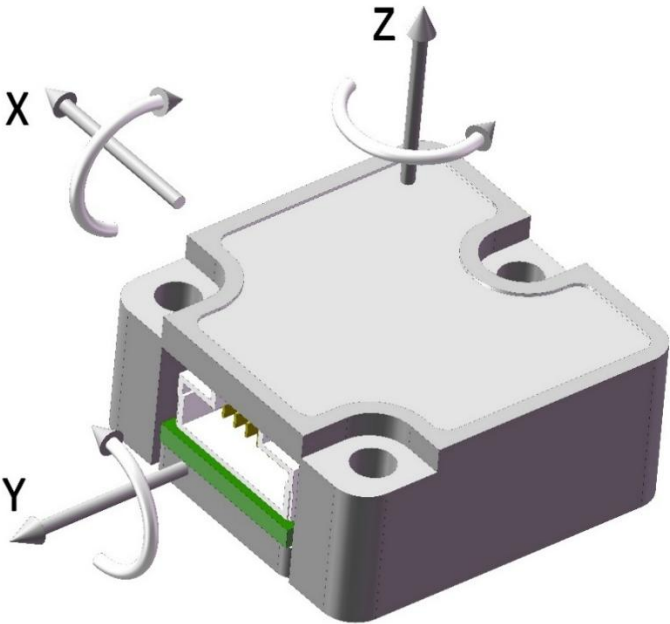


Figure23: HI12 Coordinate System

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。

9.2 传感器质心位置

Table 18: HI12M0/H1 传感器中心位置

HI12 Axis	X-offset	Y-offset	Z-offset	Unit
X	6.5	-6	-1.8	mm
Y	6.5	-6	-1.8	mm
Z	6.5	-6	-1.8	mm

Table 19: HI12H3/H4 传感器中心位置

HI12 Axis	X-offset	Y-offset	Z-offset	Unit
X	0	-6	-2.4	mm
Y	0	-6	-2.4	mm
Z	0	-6	-2.4	mm

9.3 推荐的安装方式

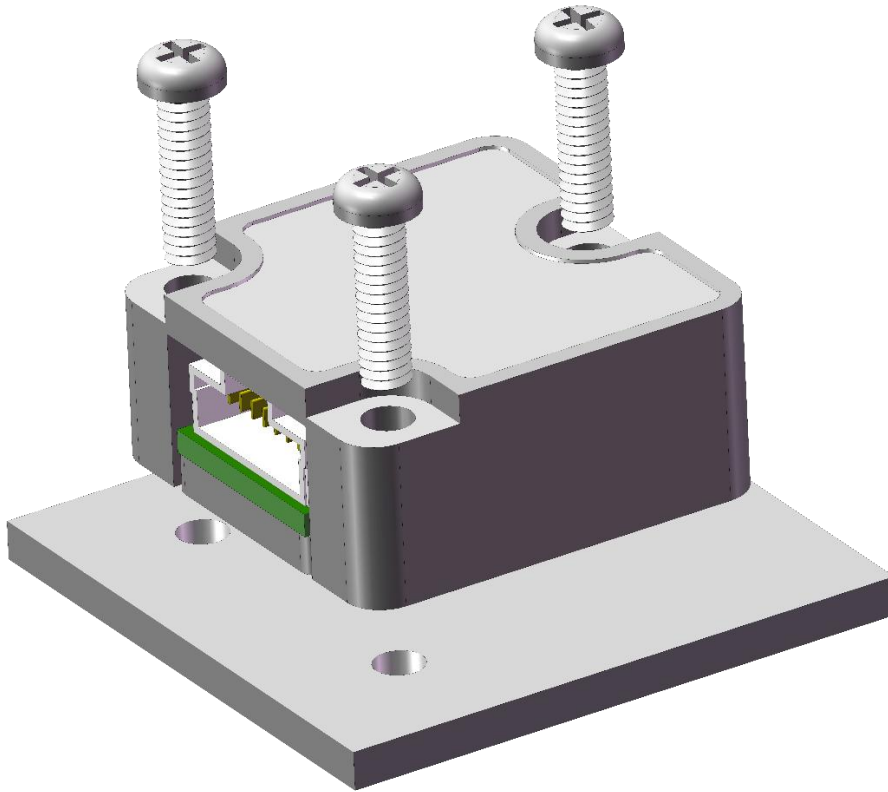


Figure24: Installation diagram

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

10 典型参考设计

10.1 电源供电

HI12 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。

10.2 串口通信

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，在不影响串口传输速度的情况下，我们为用户推荐 74LVCH1T45GW,125

10.2.1 串口通信最小系统参考设计

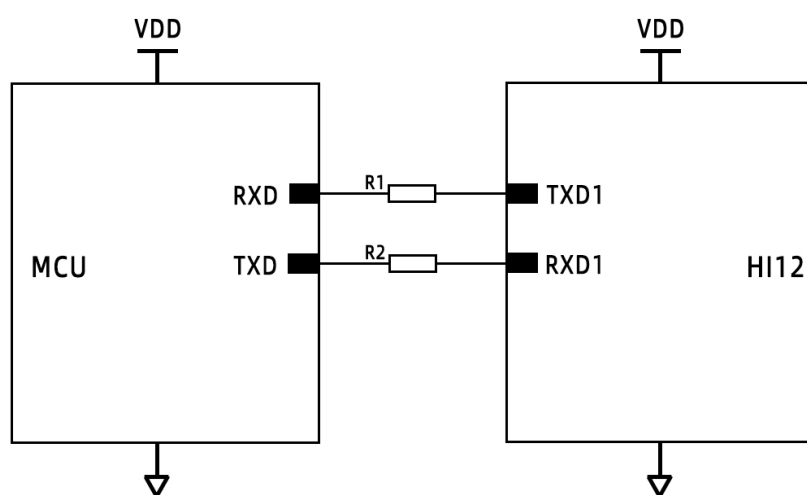


Figure25: HI12 串口通信参考电路图

10.2.2 串口通信(IMU 与主机同步)

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，具体需要使用哪种与用户系统设计有关。

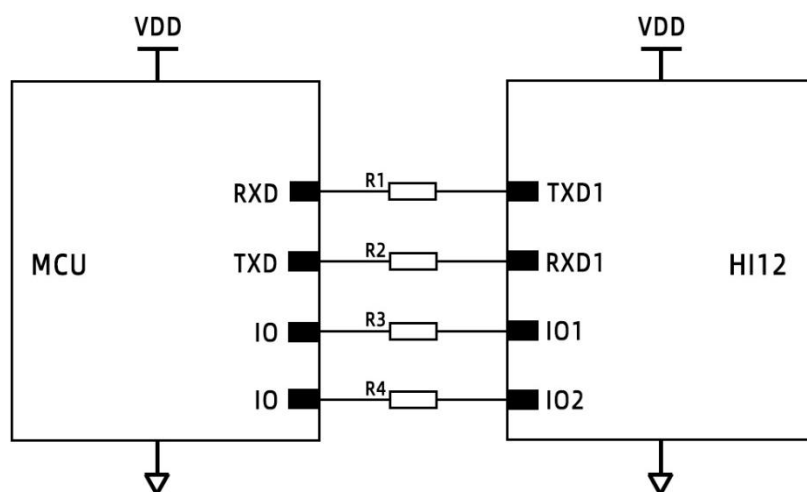


Figure26: HI12 串口通信不带同步

Note1: 如果用户使用 IO1，那么 IO1 应处于同步输入功能 (PMUX1)，此时 MCU IO 的产生的脉冲应该与数据帧率同频，详情参考同步功能与编程手册

Note2: 如果用户使用 IO2，那么 IO2 应处于同步输出功能 (PMUX2)，此时 MCU IO 接收到的脉冲可以与数据帧率同频，也可以不同频。默认同频，可以当做 Data Ready 信号，详情参考同步功能与编程手册。

10.2.3 串口通信(IMU 与外部系统同步)

HI12 系列支持与外部系统（摄像头/激光雷达/GNSS）进行同步，此时应注意不同系统之间需要共地。
连接方式 1：此种连接方式需要 IMU 同时与用户主机和外部同步设备连接。

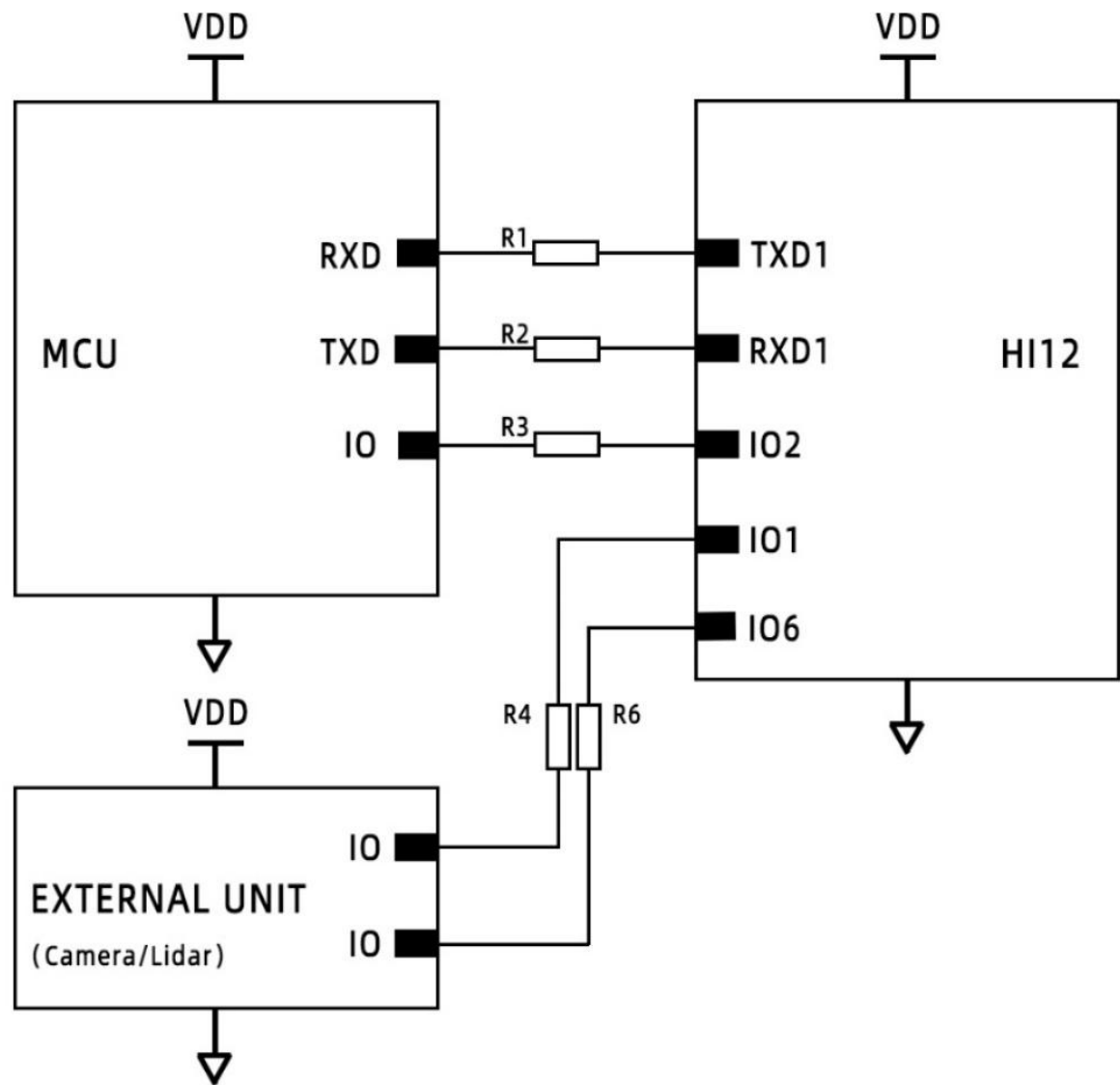


Figure27: HI12 串口通信带外部系统同步 1

- Note1:** 如果用户使用 IO2，那么 IO2 应处于同步输出功能(PMUX2)，此时 MCU IO 接收到的脉冲与数据帧率同频，可以当做 Data Ready 信号，详情参考同步功能与编程手册
- Note2:** 如果用户使用 IO1，那么 IO1 应处于同步输入功能(PMUX1)，此时外部设备的产生的脉冲应该与数据帧率同频，也可以使用 GNSS 的 PPS 信号与设备进行同步，详情参考同步功能与编程手册
- Note3:** 如果用户使用 IO6，那么 IO6 应处于同步输出功能 SYNC_OUT_DIV)，来触发 Camera/Lidar 等设备，此时应注意 IO6 的同步频率需在用户外部系统可接受范围内。

连接方式 2：此种连接方式只需要 IMU 用户外部同步设备连接

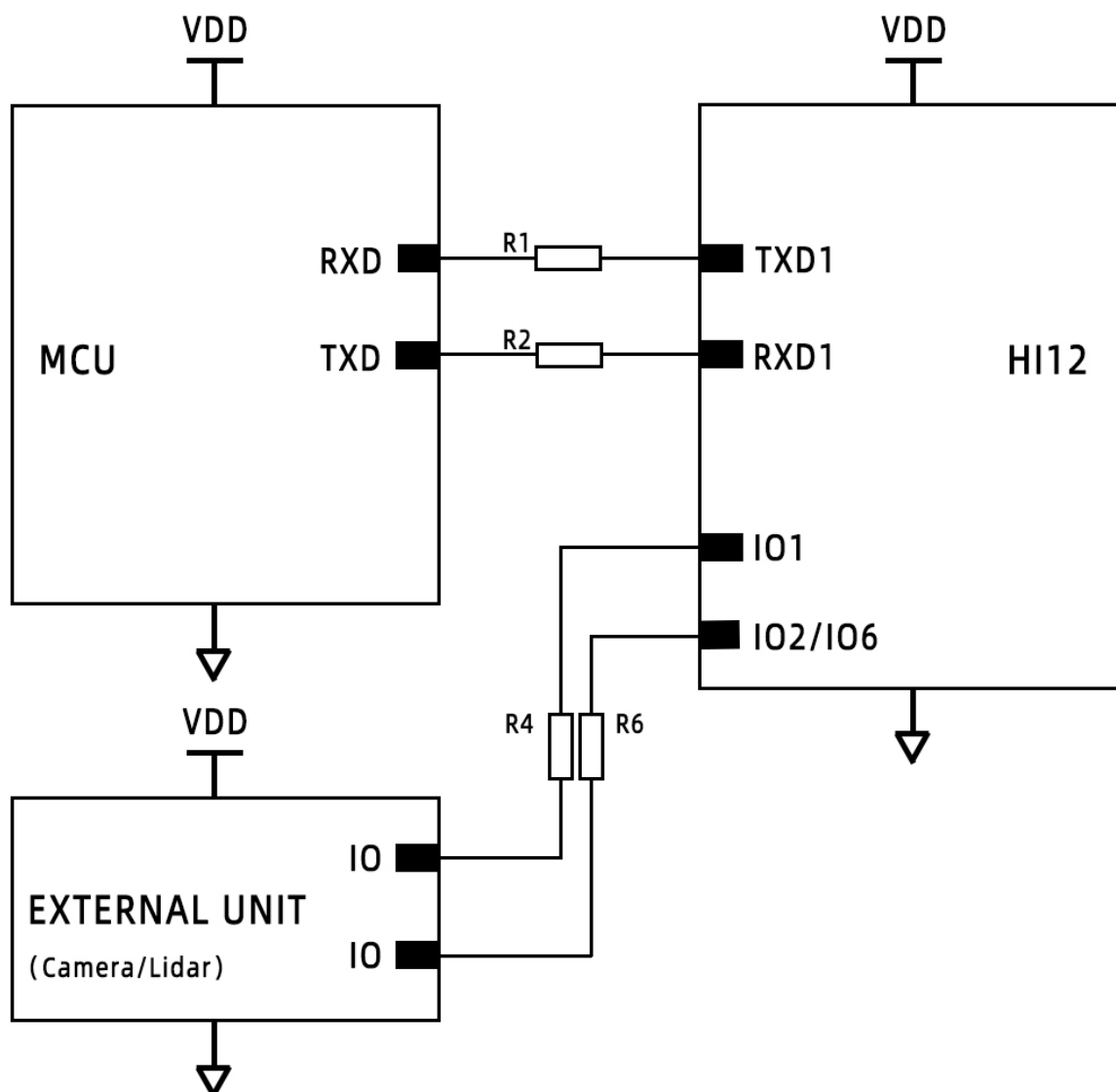


Figure28: HI12 串口通信带外部系统同步 2

Note1: 如果用户使用 IO1，那么 IO1 应处于同步输入功能(PMUX1)，此时 MCU IO 的产生的脉冲应该与数据帧率同频，也可以使用 GNSS 的 PPS 信号与设备进行同步，详情参考同步功能与编程手册

Note2: 如果用户使用 IO2/IO6，那么 IO2/IO6 应处于同步输出功能(PMUX1/PMUX 4)，来触发 Camera/Lidar 等设备，此时应注意 IO2/IO6 的同步频率需在用户外部系统可接受范围内。

10.3 CAN 通信

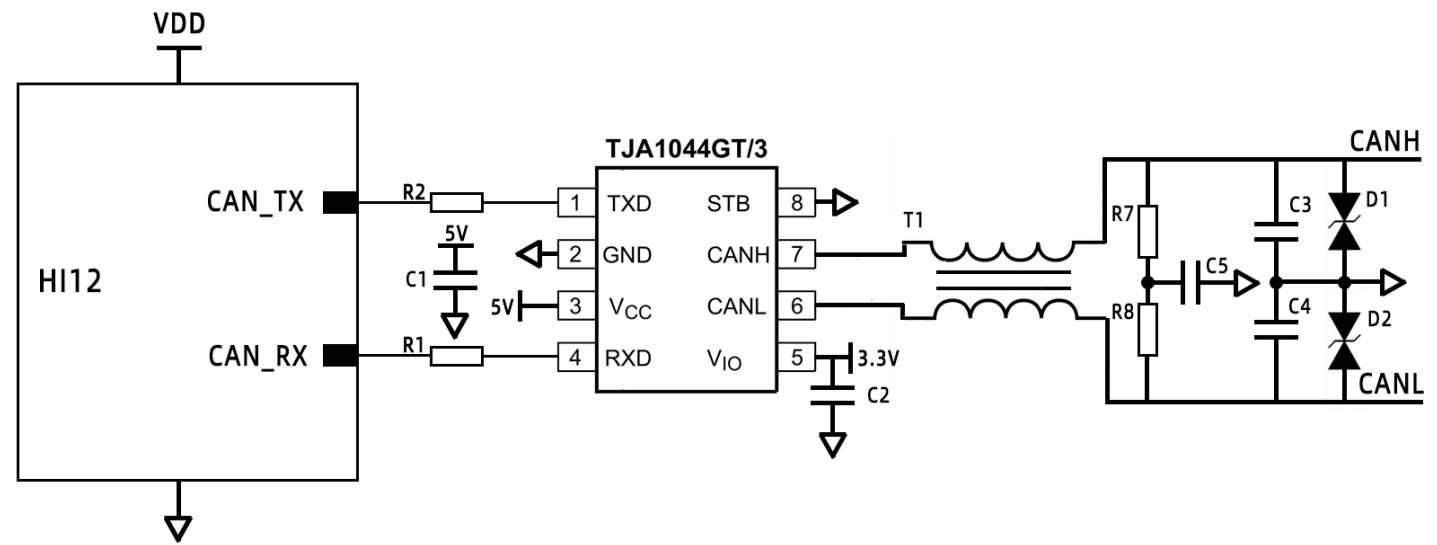


Figure29: HI12 系列 CAN 通信电路参考

Note1: R6,R7 为 CAN 总线匹配电阻，阻值为 60.4Ω，用户可以根据实际情况考虑是否焊接

Note2: 此电路只适合板对板连接器产品

Table 20: 参考设计的物料信息

Item	Reference	Part	P/N	Vendor
Resistor	R1,R2,R3,R4,R6	1K	RC0402JR-071KL	YAGEO
Resistor	R7,R8	60.4Ω	RC1206FR-0760R4L	YAGEO
Capacitor	C1,C2	0.1uF	CC0402KRX5R7BB104	YAGEO
Capacitor	C3,C4	100pF	CC0402JRNPO9BN101	YAGEO
Capacitor	C5	1nF	CC0402KRX7R9BB102	YAGEO
Common Choke	T1	5.8kΩ@10MHz 100uH@100kHz 150mA	ACT45B-101-2P-TL003	TDK
TVS	D1,D2	SMBJ15CA	SMBJ15CA	BORN

11 初始配置

HI12 系列设计的初衷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 21: 接口初始配置

Interf	Parameters	Value	Unit	Note
UART	波特率	115200	bps	2
	起始位	1	bit	
	数据长度	8	bits	
	停止位	1	bit	
	校验位	None		1
	协议	二进制协议(91)		
	数据帧率	100	Hz	3
CAN	协议	CANopen		1
	波特率	500K	bps	2
	数据帧率	100	Hz	3

Note1: 如需更改协议请参考指令与编程手册

Note2: 如需更改波特率请参考指令与编程手册

Note3: 如需更改输出帧率请参考指令与编程手册

11.2 传感器初始配置

Table 22: 传感器初始配置

Parameters	Value	Unit	Note
陀螺仪量程	±400	°/s	1
3dB 带宽	47	Hz	1
加速度计量程	±12	g	1
3dB 带宽	145	Hz	1
磁力计量程	±20	Gauss	1
模式	6DOF		1

Note1: 如需更改量程、带宽、模式等参数请参考指令与编程手册

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 支持同步脉冲输入与同步输出，用户在使用过程中会变得比较方便。详情参考指令与编程手册

Note1: IMU 与外部同步系统需要共地