

1 特性

1.1 硬件

- 高性能 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 1.6°/h
- 加速度计零偏不稳定性可达 18ug
- 全对称设计
- 片上集成 CAN 通信(仅 HI04R2-MI1 支持)
- 多功能 IO 输出信号(包括但不限于同步输入输出、报警等功能)
- 优异的抗振性
- 集成温度传感器
- 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
- 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: HI04

3.2 系统框图

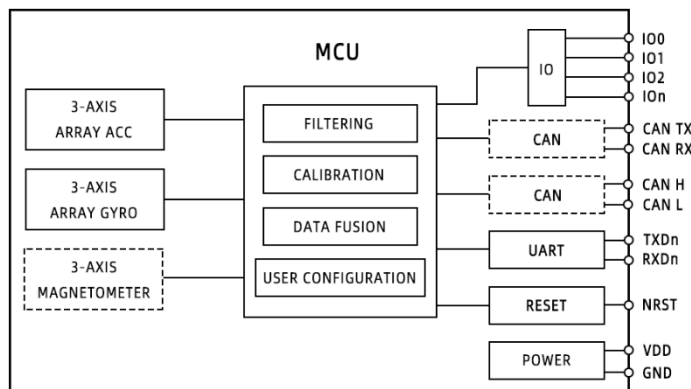


Figure2: Functional block diagram

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

HI04 系列是利用 MEMS-IMU 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。

HI04 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。如果需要 CAN 接口请用户自行集成 CAN 收发器电路。

HI04 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 HI04MX..... 11

 7.8.2 HI04RX 12

 7.9 Allan 方差曲线 13

 7.9.1 HI04MX..... 13

 7.9.2 HI04RX 14

 7.10 陀螺仪与加速度计温度特性 15

 7.11 融合参数 16

 7.12 姿态角精度 16

 7.13 机械与环境参数 16

 7.14 产品尺寸与引脚定义..... 17

 7.14.1 HI04MX 产品尺寸..... 17

7.14.2 HI04MX 产品尺寸数据表	17
7.14.3 HI04MX 推荐封装尺寸	18
7.14.4 HI04MX 推荐封装尺寸数据表	18
7.14.5 HI04MX 引脚定义	19
7.14.6 HI04RX 产品尺寸	20
7.14.7 HI04RX 产品尺寸数据表	20
7.14.8 HI04RX 推荐封装尺寸	21
7.14.9 HI04RX 推荐尺寸数据表	21
7.14.10 HI04R2 引脚定义	22
7.14.11 HI04R3 引脚定义	23
8 坐标系定义	24
8.1 坐标系	24
8.2 传感器质心位置	24
9 典型参考设计	25
9.1 电源供电	25
9.2 串口通信	25
9.2.1 串口通信最小系统参考设计	25
9.2.2 串口通信(IMU 与主机同步)	26
9.2.3 串口通信(IMU 与外部系统同步)	27
9.3 CAN 通信	29
9.3.1 HI04MX/HI04R3 CAN 参考电路	29
9.3.2 HI04R2 CAN 通信电路	29
10 初始配置	31
10.1 接口初始配置	31
10.2 传感器初始配置	31
11 通信协议	32
11.1 串行二进制协议	32
11.2 Modbus	32
11.3 CAN	32
11.3.1 CANopen	32
11.3.2 J1939	32
12 同步功能	33
13 焊接与安装	34
13.1 焊接曲线	34
13.2 安装建议	35
14 包装	36
14.1 Tape Dimension	36
14.2 Reel Dimension	36
14.3 装箱方式	37

4 产品选型

Table 1: 选型信息

HI04a-b-c ¹							
公司标识	产品系列	a-传感器		b-数据接口		c-定制信息	
HI	04	M0	6DoF 3°/h 30ug	MI0	UART	000	默认
		M3	6DoF 3°/h 30ug+Magnetic	MI1	UART+CAN 2.0	其他	有定制
		R2	6DoF 1.6°/h 18ug				
		R3	6DoF 1.6°/h 18ug+Magnetic				

Note1: 型号举例：HI04R2-MI1-000

Note2: 所有型号默认全温温补，仅 1.5.5 及以上固件版本支持

5 产品订购

5.1 订购信息

Table 2: 订购信息

Part Number	Name	Description	Note
HI04M0-MI0-000	IMU/VRU Module	6DoF 3°/h UART	
HI04M3-MI0-000	IMU/AHRS Module	6DoF 3°/h UART	
HI04R2-MI1-000	IMU/VRU Module	6DoF 1.6°/h UART+CAN	
HI04R3-MI0-000	IMU/AHRS Module	6DoF 1.6°/h +Magnetic UART	

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

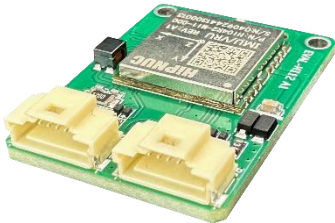
6.2 文档版本信息

Table 3: 文件版本

版本	日期	章节	变更内容
1.0	Oct 23, 2024	-	初始版本
1.1	Nov 21,2024	7.13	更改封装尺寸
1.2	Nov 27,2024	7.13 12	更改封装尺寸,同步说明
1.3	Dec 28,2024	4,5.1,7	增加 HI04M3 与 HI04R3 型号
1.4	Mar.3,2025	5.1,7.9,15	增加常见问题章节, 变更 Allan 参数

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 HI04 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. HI04 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 4: 绝对最大值

Parameters	Limit	Comment
机械冲击	2000g	Duration <1ms
存储温度	-40℃-85℃	
ESD HBM	2KV	JEDEC/ESDA JS-001
输入电压	9V	
IO To GND	-0.3-5V	

7.2 正常工作

Table 5: 正常工作

Parameters	Condition	Min	Nom	Max	Unit	Note
输入电压		3.2	-	5.5	V	
功耗	HI04M0			160	mW	
	HI04R2			250		
工作温度		-40	-	85	℃	
陀螺仪量程		125	2000	2000	°/s	
加速度计量程		3	12	24	g	
启动时间				2	s	1

Note1: 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 6: 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	3.0	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	3.0	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 7: 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	HI04MX		<600	800	ppm	1
		HI04RX		<280	350		
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	HI04MX		3		°/h	3
		HI04RX		1.6			
零偏稳定性	10s 平滑	HI04MX		10		°/h	
		HI04RX		5			
零偏重复性	Allan Variance	HI04MX		14.5		°/h	3
		HI04RX		8.2			
角度随机游走	Allan Variance	HI04MX		0.42		°/√h	3
		HI04RX		0.25			
零偏全温变化-40-85℃	Z			0.015	0.035	°/s	4
	Y			0.05	0.18		
	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，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: 参考 7.8-Allan 方差曲线

Note4: 超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3℃/min，详细数据参考 Figure 15 温补曲线

7.5 加速度计

Table 8: 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					20	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	HI04MX		0.03		mg	2
		HI04RX		0.018			
零偏稳定性	10s 平滑	HI04MX		0.07		mg	
		HI04RX		0.035			
零偏重复性	Allan Variance	HI04MX		0.3		mg	2
		HI04RX		0.13			
随机游走	Allan Variance	HI04MX		0.08		m/s/√h	2
		HI04RX		0.04			
零偏全温变化	-40-85℃			1	2.5	mg	3

Note1: 用户焊接之后此数值会有变化以实际为准，参考 7.7 初始零偏

Note2: 参考 7.8-Allan 方差曲线

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

7.6 磁力计

Table 9: 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 10: 温度传感器参数

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

7.8 初始零偏

7.8.1 HI04MX

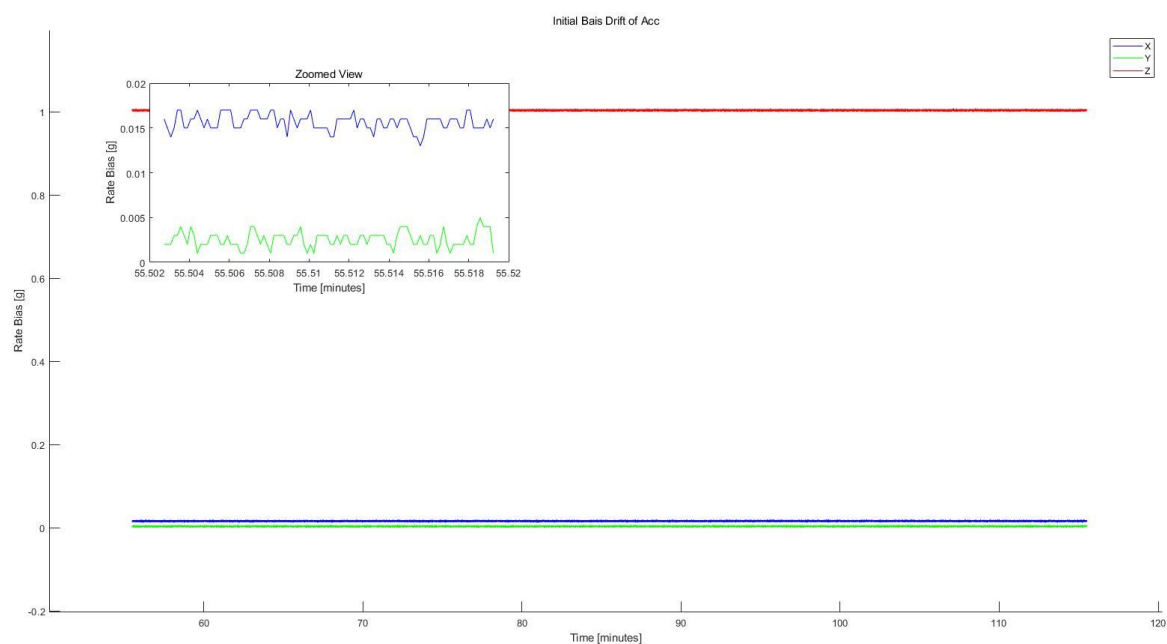


Figure3: HI04MX initial bias drift of accelerometer

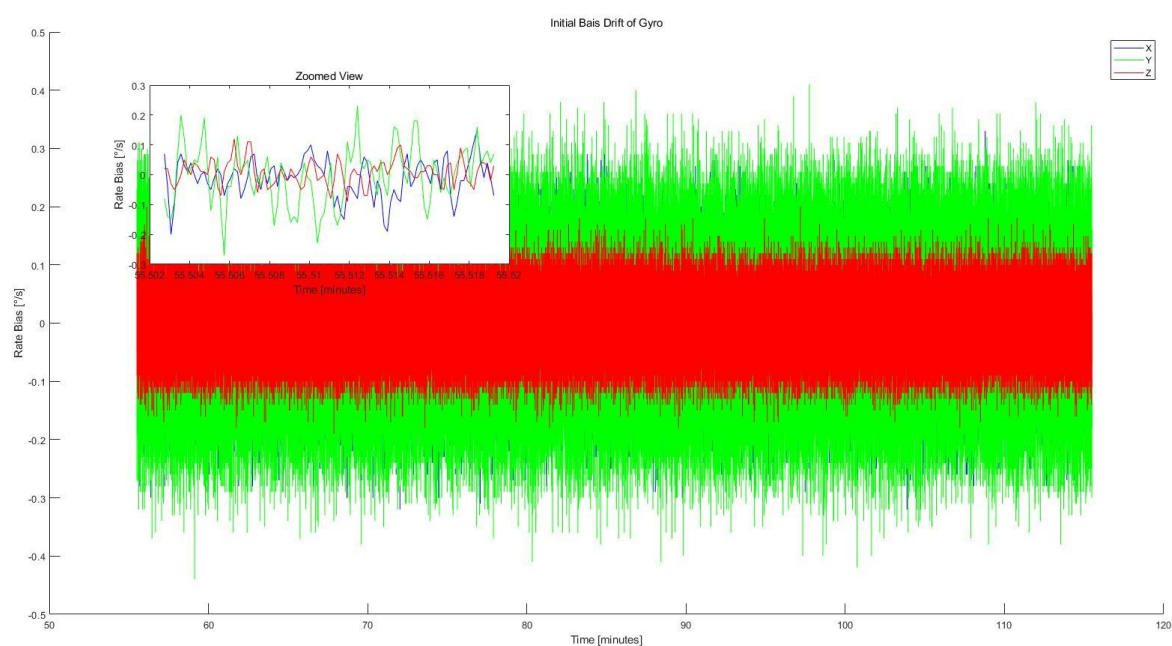


Figure4: HI04MX initial bias drift of gyroscope

7.8.2 HI04RX

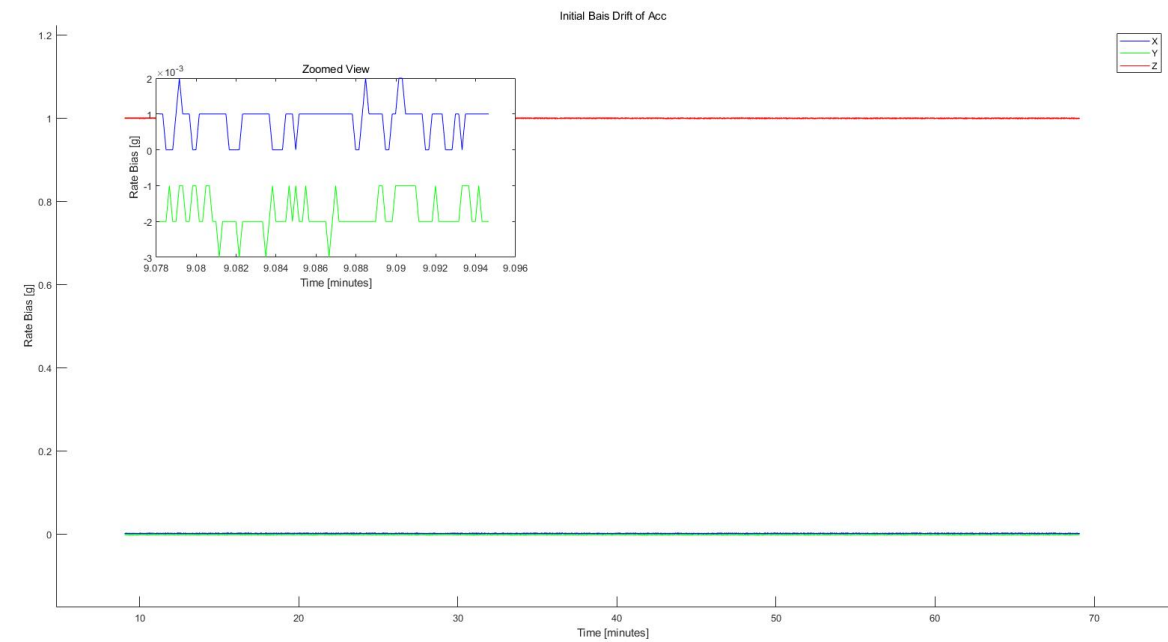


Figure5: HI04RX initial bias drift of accelerometer

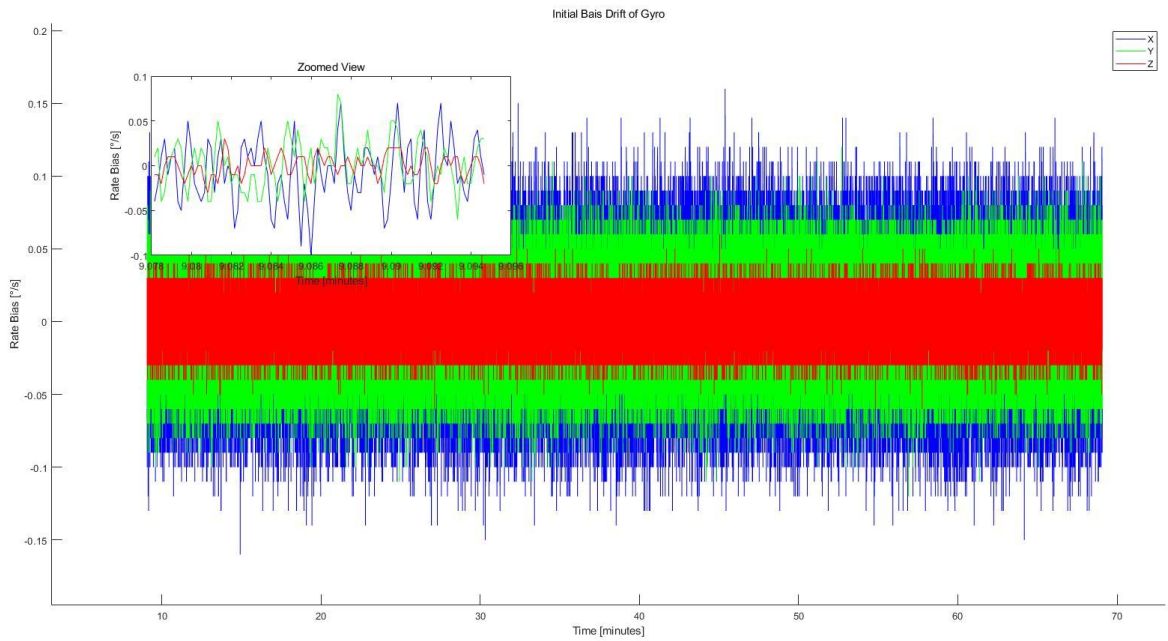


Figure6: HI04RX initial bias drift of gyroscope

7.9 Allan 方差曲线

7.9.1 HI04MX

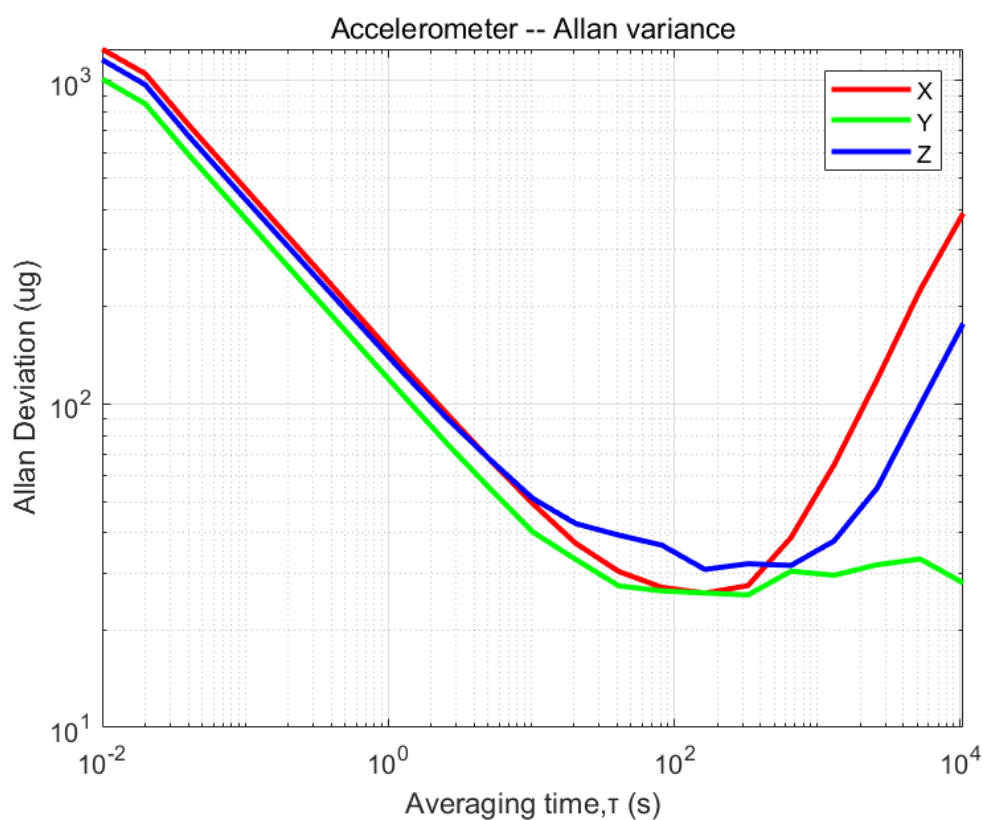


Figure7: HI04MX Accelerometer Allan Variance

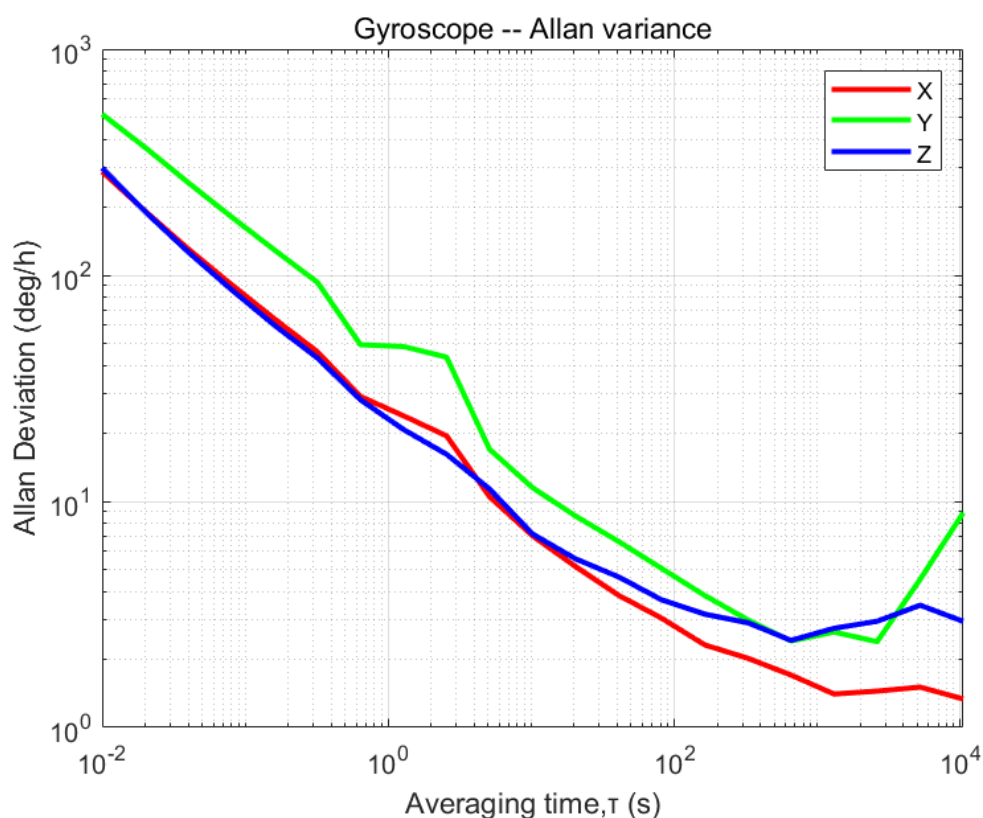


Figure8: HI04MX Gyroscope Allan Variance

7.9.2 HI04RX

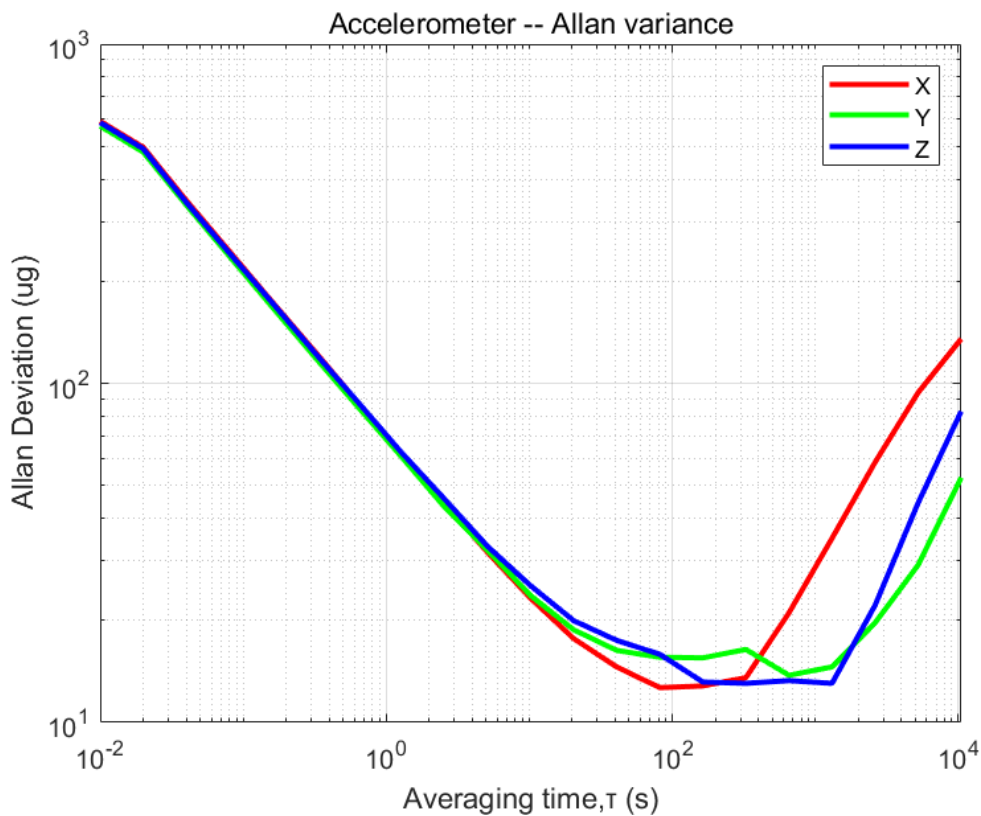


Figure9: HI04RX accelerometer allan variance

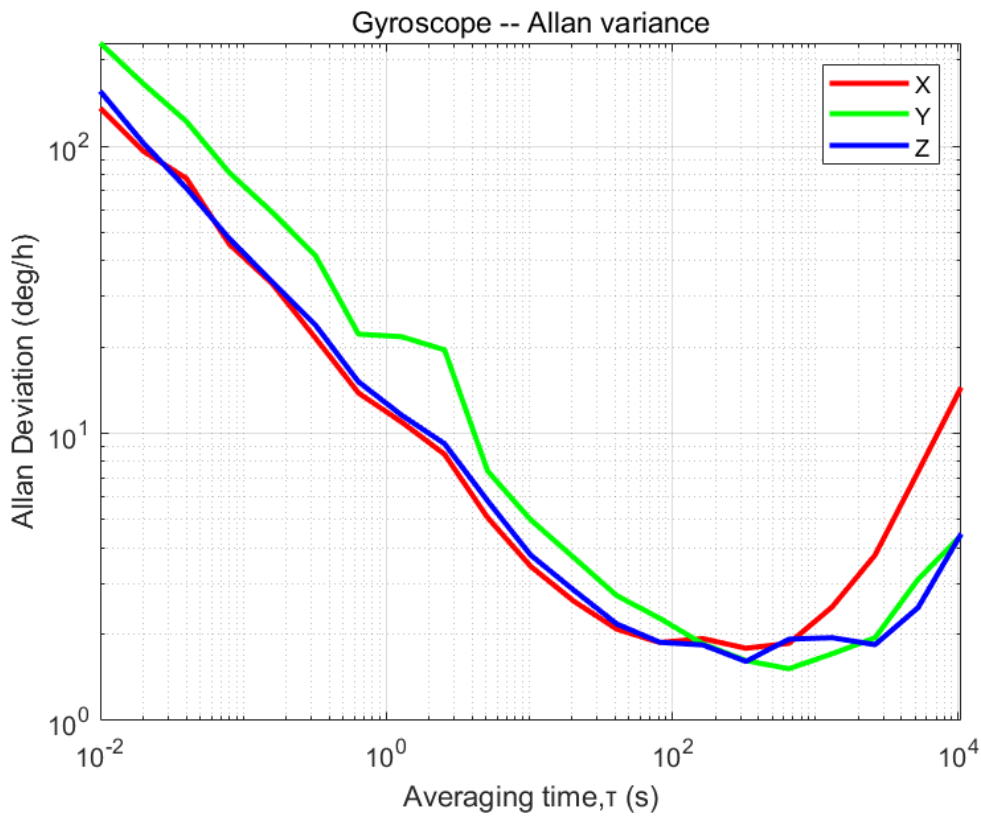


Figure10: HI04RX gyroscope allan variance

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

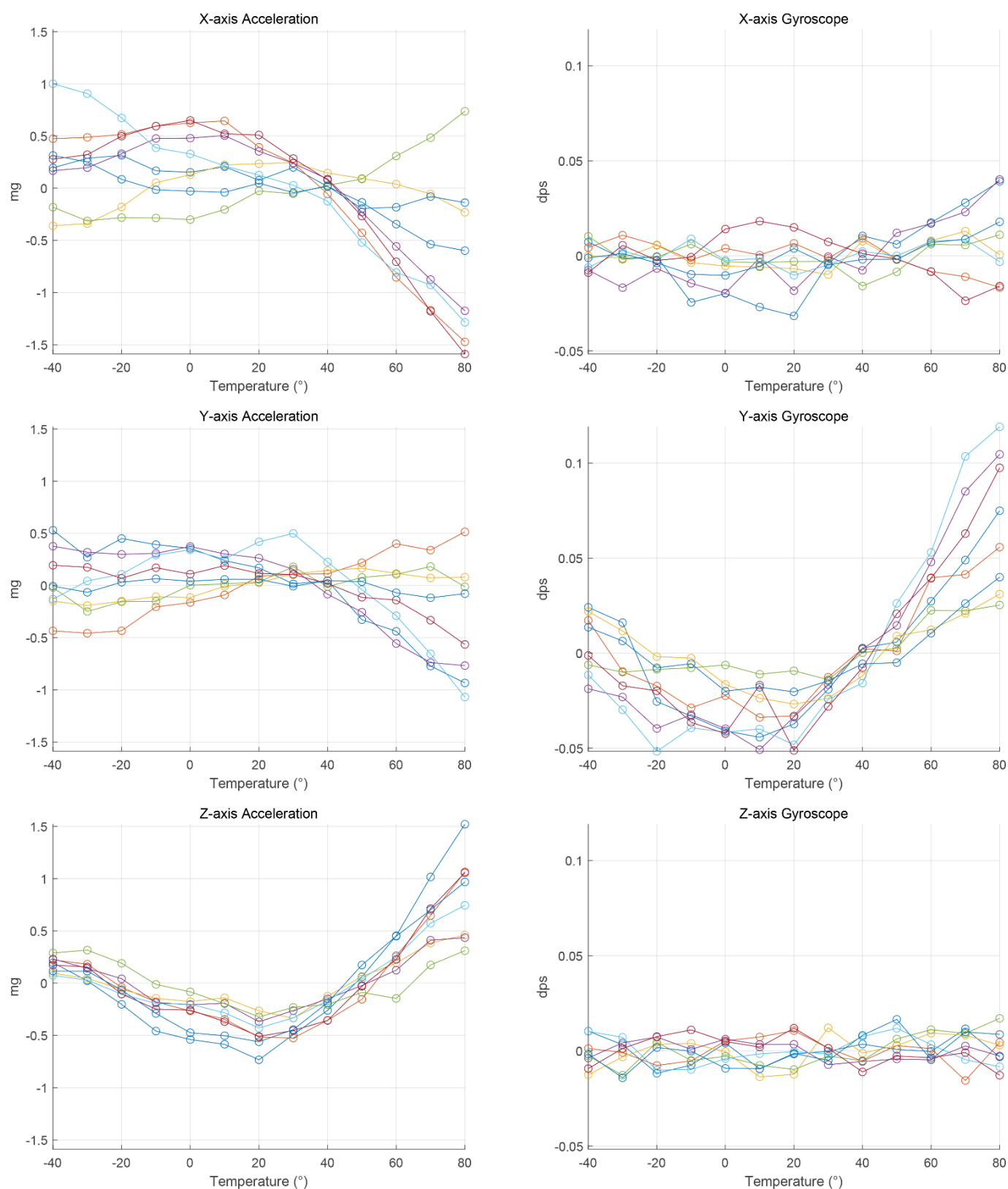


Figure11: Accelerometer and Gyroscope Temperature Compensated Curve

HI04 系列

通用型 IMU/VRU/AHRS 传感器

REV:1.4

7.11 融合参数

Table 11: 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 12: 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)		HI04M0		9		°	2
		HI04R2		5			
航向角动态漂移(AHRS)		HI04M3/HI04R3		2	3	°	3
航向角旋转误差(6DOF)	100°/s 旋转	HI04M0		<0.8	3	°	4
		HI04R2			1.3		

- 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 13: 机械与环境参数

Parameters	Product	Value	Note
尺寸	HI04M0/HI04M3	12.1X12.1X2.5mm	
	HI04R2/HI04R3	15X15X2.5mm	
重量		<2g	
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	

7.14 产品尺寸与引脚定义

All Dimensions in mm units.

7.14.1 HI04MX 产品尺寸

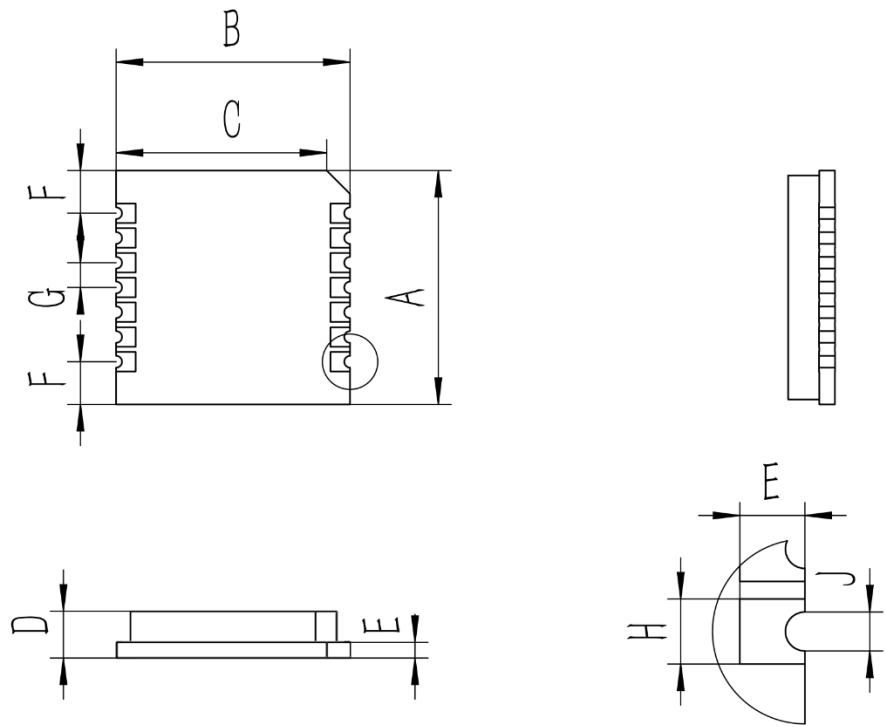


Figure12: HI04MX mechanical specifications

7.14.2 HI04MX 产品尺寸数据表

Table 14: HI04MX 尺寸数据表

Symbol	Min(mm)	Typ(mm)	Max(mm)
A	11.9	12.1	12.3
B	11.9	12.1	12.3
C	10.6	10.7	10.9
D	2.5	2.6	2.7
E	0.9	1	1.1
F	2.04	2.24	2.44
G	1.17	1.27	1.37
H	0.86	0.96	1.06
J	0.5	0.6	0.7

7.14.3 HI04MX 推荐封装尺寸

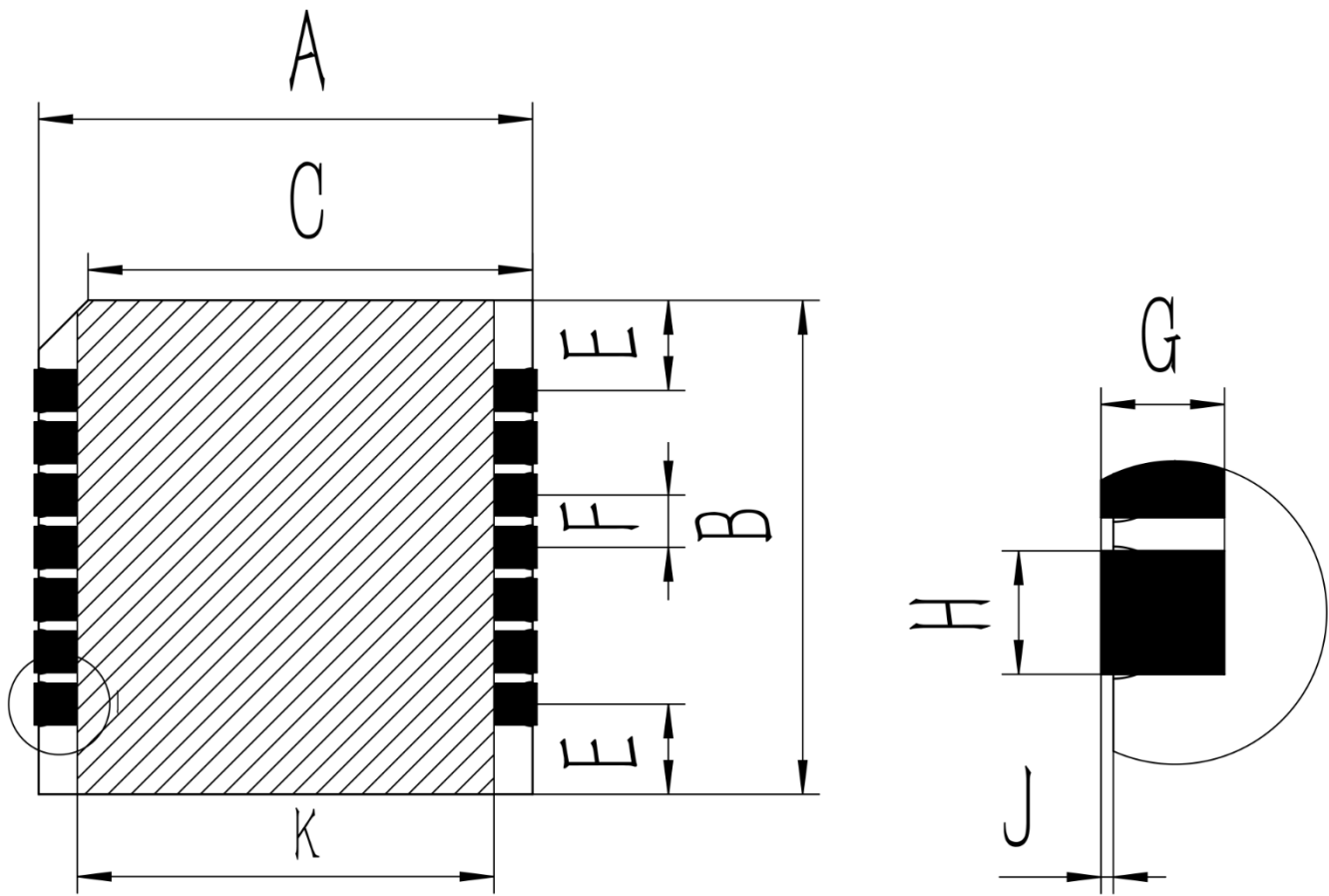


Figure13: HI04MX recommended PCB footprint

Note1: 阴影区域内禁止覆铜与走线

7.14.4 HI04MX 推荐封装尺寸数据表

Symbol	Min(mm)	Typ(mm)	Max(mm)
A		12.1	
B		12.1	
C		10.7	
E		2.24	
F		1.27	
G		1.2	
H		0.9	
J		0.4	
K		9.9	

7.14.5 HI04MX 引脚定义

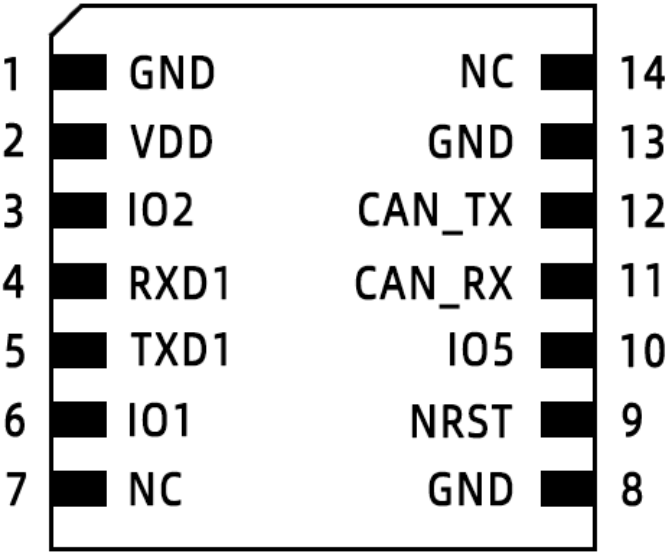


Figure14: HI04MX pin assignment

Table 15: 引脚功能描述

Pin Number	Pin Name	Type	Functional	Note
1,8,13	GND	POWER	GND	
2	VDD	POWER	电源输入 3.3-5V	
3,6,10	IO2,IO1,IO5	I/O	PMUX1 SYNC_IN	1
			PMUX2 SYNC_OT	
			PMUX3 LED	
			PMUX4 SOUT_DIV	
			PMUX5 ALARM	
4	RXD1	I	模块 UART1 接收	
5	TXD1	O	模块 UART1 发送	
7,14	NC	-	悬空	
9	NRST	I	复位引脚,低电平复位模块。无需外接阻容，建议连接主机的 GPIO，也可悬空	
11	CAN_RX	I	模块 CAN 接收	
12	CAN_TX	O	模块 CAN 发送	

Note1: 多功能 IO 引脚，详细说明参考编程手册，默认功能参考 Table16

7.14.6 HI04RX 产品尺寸

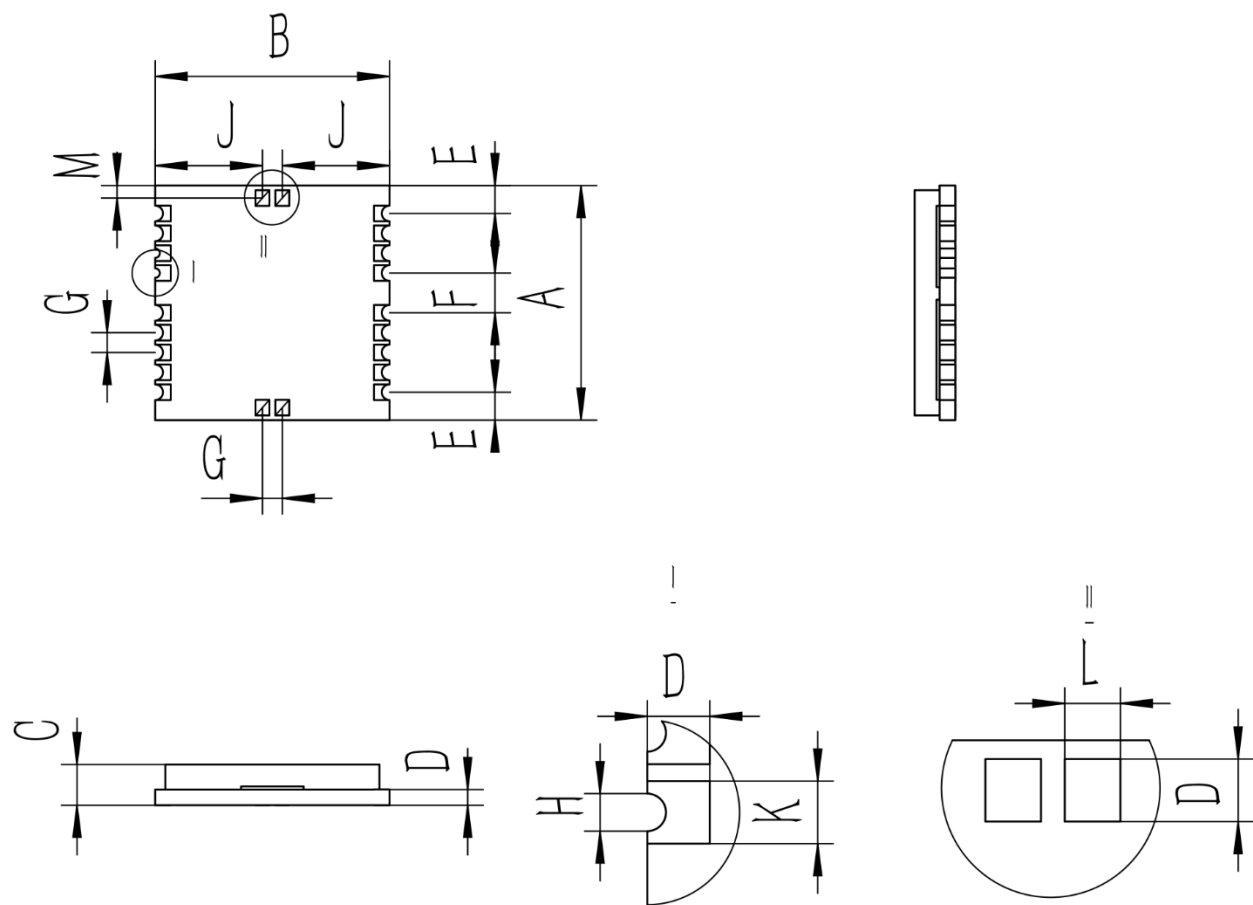


Figure15: HI04R2 mechanical specifications

7.14.7 HI04RX 产品尺寸数据表

Table 16: HI04RX 尺寸数据表

Symbol	Min(mm)	Typ(mm)	Max(mm)
A	14.8	15	15.2
B	14.8	15	15.2
C	2.5	2.6	2.7
D	0.9	1	1.1
E	1.59	1.79	1.99
F	2.44	2.54	2.64
G	1.17	1.27	1.37
H	0.5	0.6	0.7
J	6.765	6.865	6.965
K	0.86	0.96	1.06
L	0.8	0.9	1.0
M	0.7	0.8	0.9

7.14.8 HI04RX 推荐封装尺寸

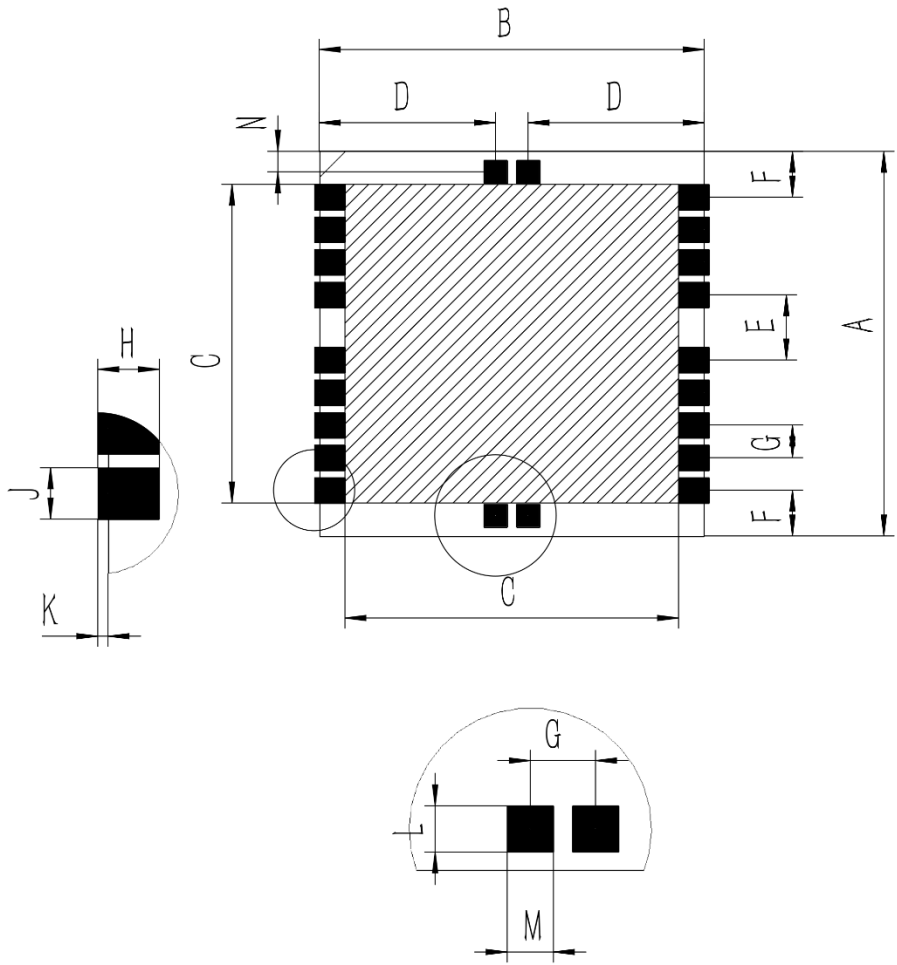


Figure16: HI04R2 recommended PCB footprint

Note1: 阴影区域内静止覆铜与走线

7.14.9 HI04RX 推荐尺寸数据表

Symbol	Min(mm)	Typ(mm)	Max(mm)
A		15	
B		15	
C		12.3	
D		6.865	
E		2.54	
F		1.79	
G		1.27	
H		1.2	
J		0.9	
K		0.4	
L		1.0	
M		0.9	

7.14.10 HI04R2 引脚定义

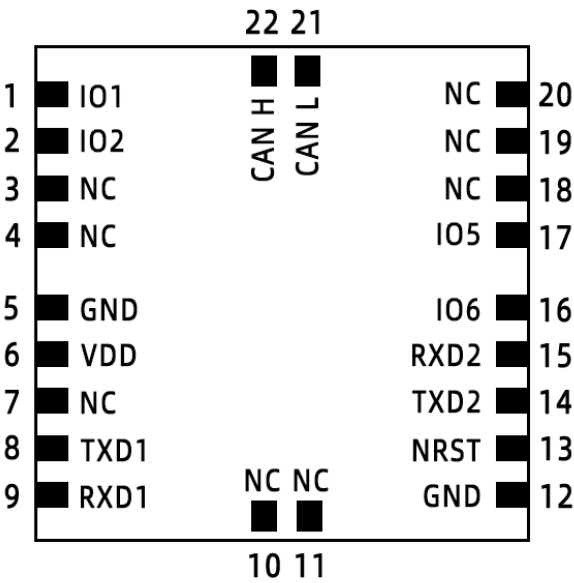


Figure17: HI04R2 pin assignment

Table 17: HI04R2 引脚功能描述

Pin Number	Pin Name	Type	Functional	Note
1,2,16,17	IO1,IO2,IO6,IO5	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
3,4,7,10,11,18,19,20	NC	N/A	保留悬空	
5,12	GND	POWER	GND	
6	VDD	POWER	电源输入 3.3-5V	
8	TXD1	O	模块 UART1 发送	
9	RXD1	I	模块 UART1 接收	
13	NRST	I	复位引脚,低电平复位模块。无需外接阻容，建议连接主机 GPIO，也可悬空	
14	TXD2	O	模块 UART2 发送 当前悬空	
15	RXD2	I	模块 UART2 接收 当前悬空	
21	CAN L	AIO	CAN Low	
22	CAN H	AIO	CAN High	

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

7.14.11 HI04R3 引脚定义

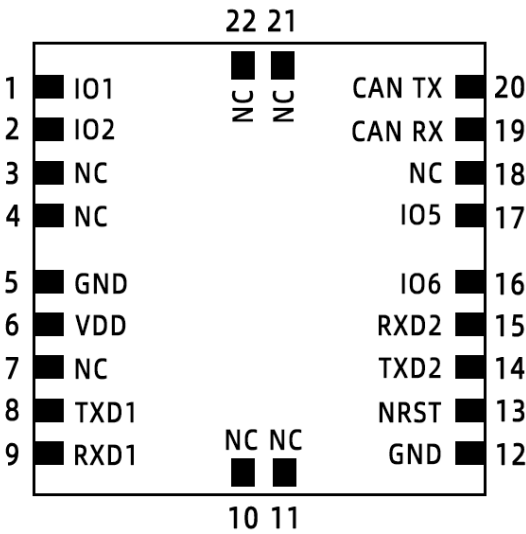


Figure18: HI04R3 pin assignment

Table 18: HI04R3 引脚功能描述

Pin Number	Pin Name	Type	Functional	Note
1,2,16,17	IO1,IO2,IO6,IO5	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
3,4,7,10,11,18,21,22	NC	N/A	保留悬空	
5,12	GND	POWER	GND	
6	VDD	POWER	电源输入 3.3-5V	
8	TXD1	O	模块 UART1 发送	
9	RXD1	I	模块 UART1 接收	
13	NRST	I	复位引脚,低电平复位模块。无需外接阻容，建议连接主机 GPIO，也可悬空	
14	TXD2	O	模块 UART2 发送 当前悬空	
15	RXD2	I	模块 UART2 接收 当前悬空	
19	CAN RX	I	CAN 接收	
22	CAN TX	O	CAN 发送	

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 19: IO 引脚的默认功能

IO	功能
IO1	PMUX1
IO2	PMUX2
IO5	PMUX3
IO6	PMUX4

8 坐标系定义

8.1 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：

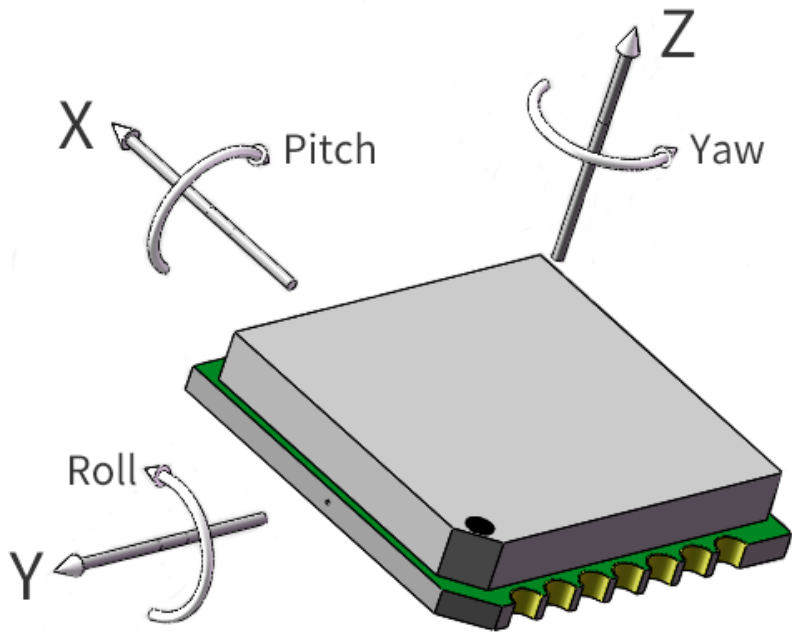


Figure19: HI04 Coordinate System

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。

8.2 传感器质心位置

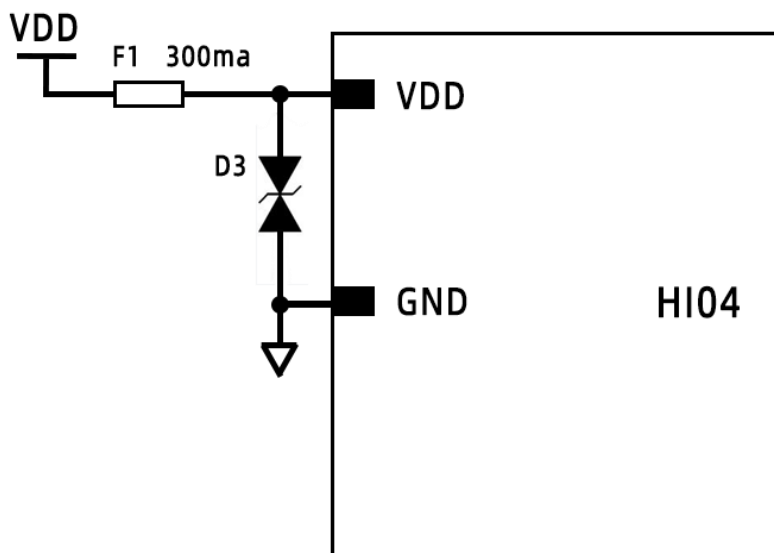
Table 20: HI04 系列传感器中心位置

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

9 典型参考设计

9.1 电源供电

HI04 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。



9.2 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

9.2.1 串口通信最小系统参考设计

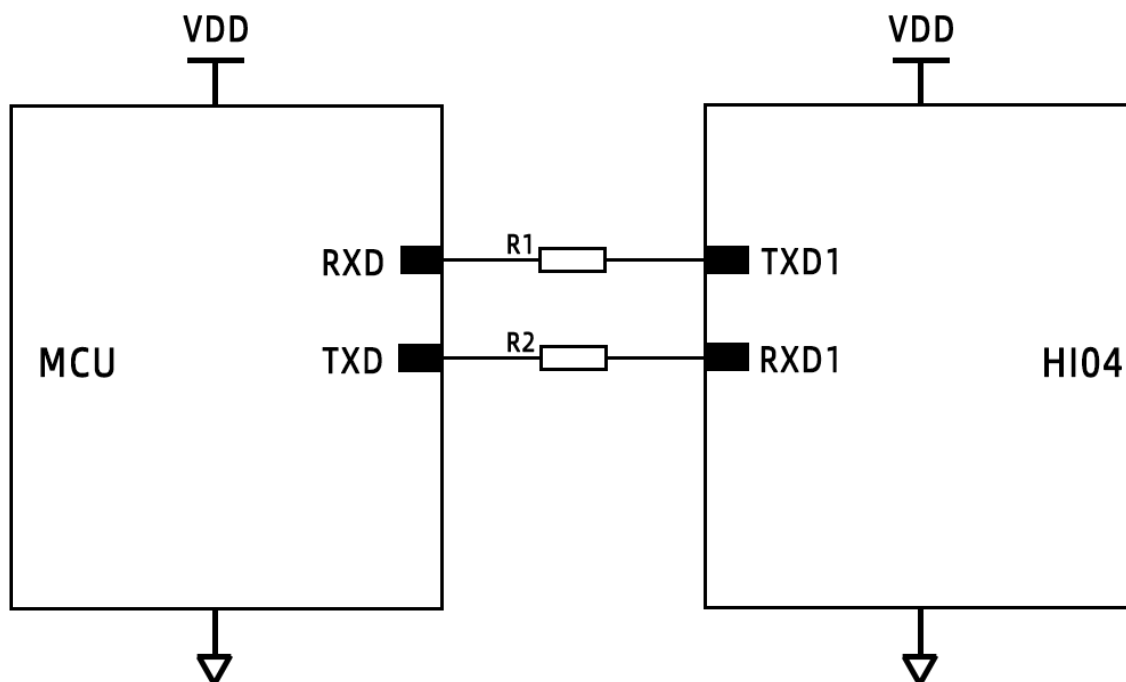


Figure20: HI04 串口通信参考电路图

9.2.2 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。

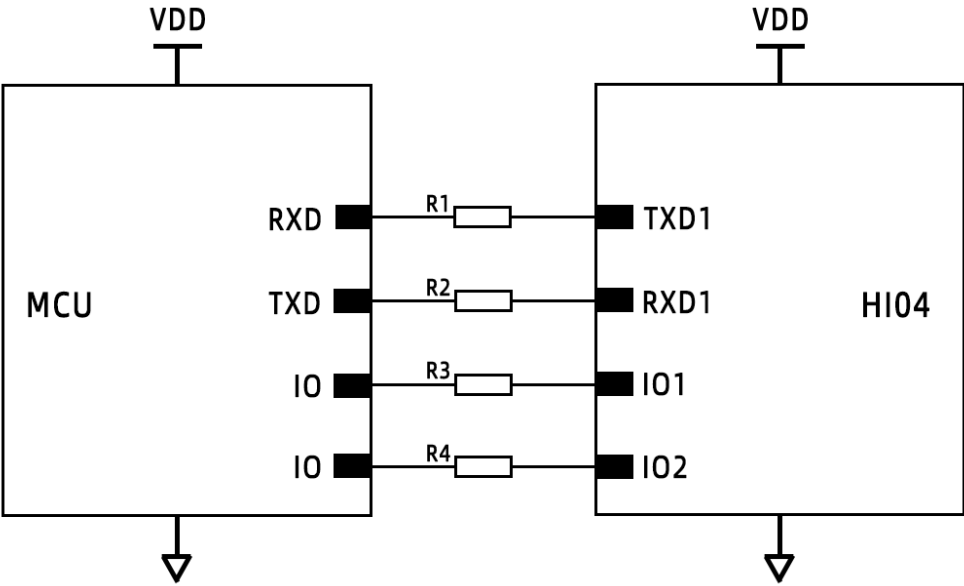


Figure21: HI04 串口通信不带同步

- 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，也可以使用 GNSS 的 PPS 与产品进行同步，详情参考同步功能与编程手册
- Note2:** 如果用户使用 IO2，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，详情参考编程手册。

9.2.3 串口通信(IMU 与外部系统同步)

HI04 系列支持与外部系统（摄像头/激光雷达）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。

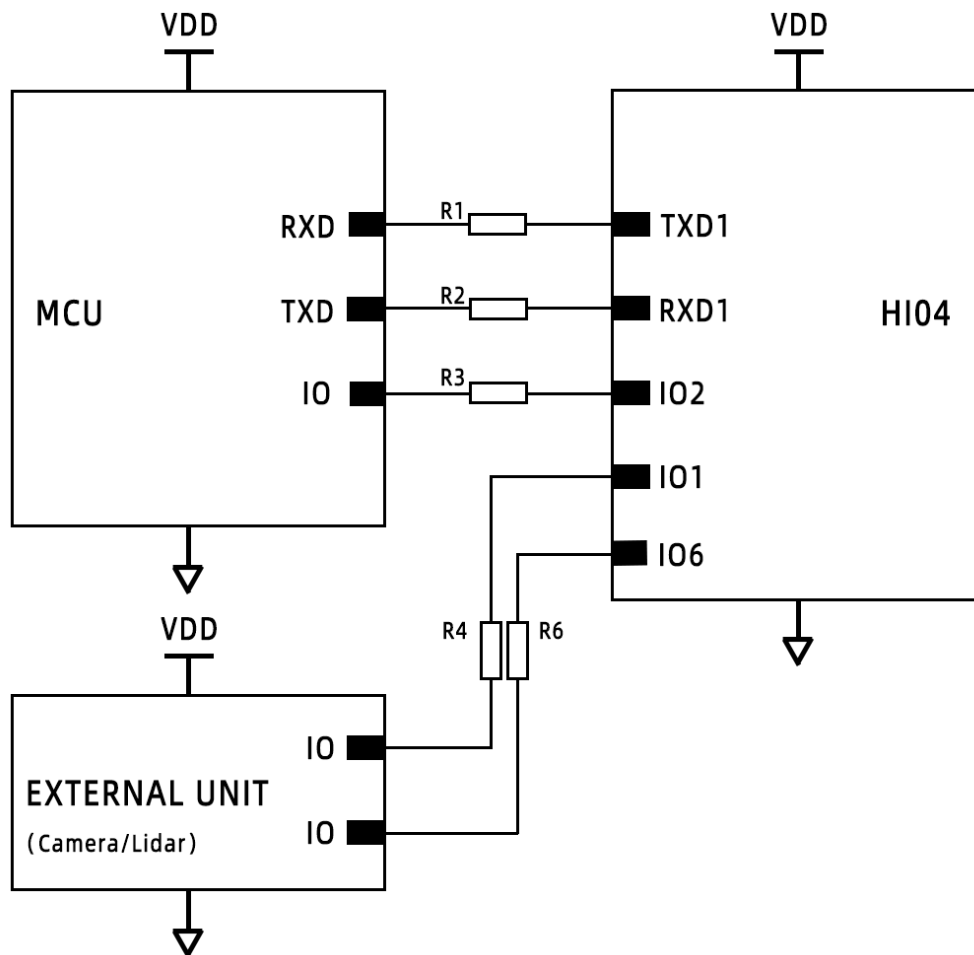


Figure22: HI04 串口通信带外部系统同步 1

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 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 与产品进行同步，详情参考编程手册

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

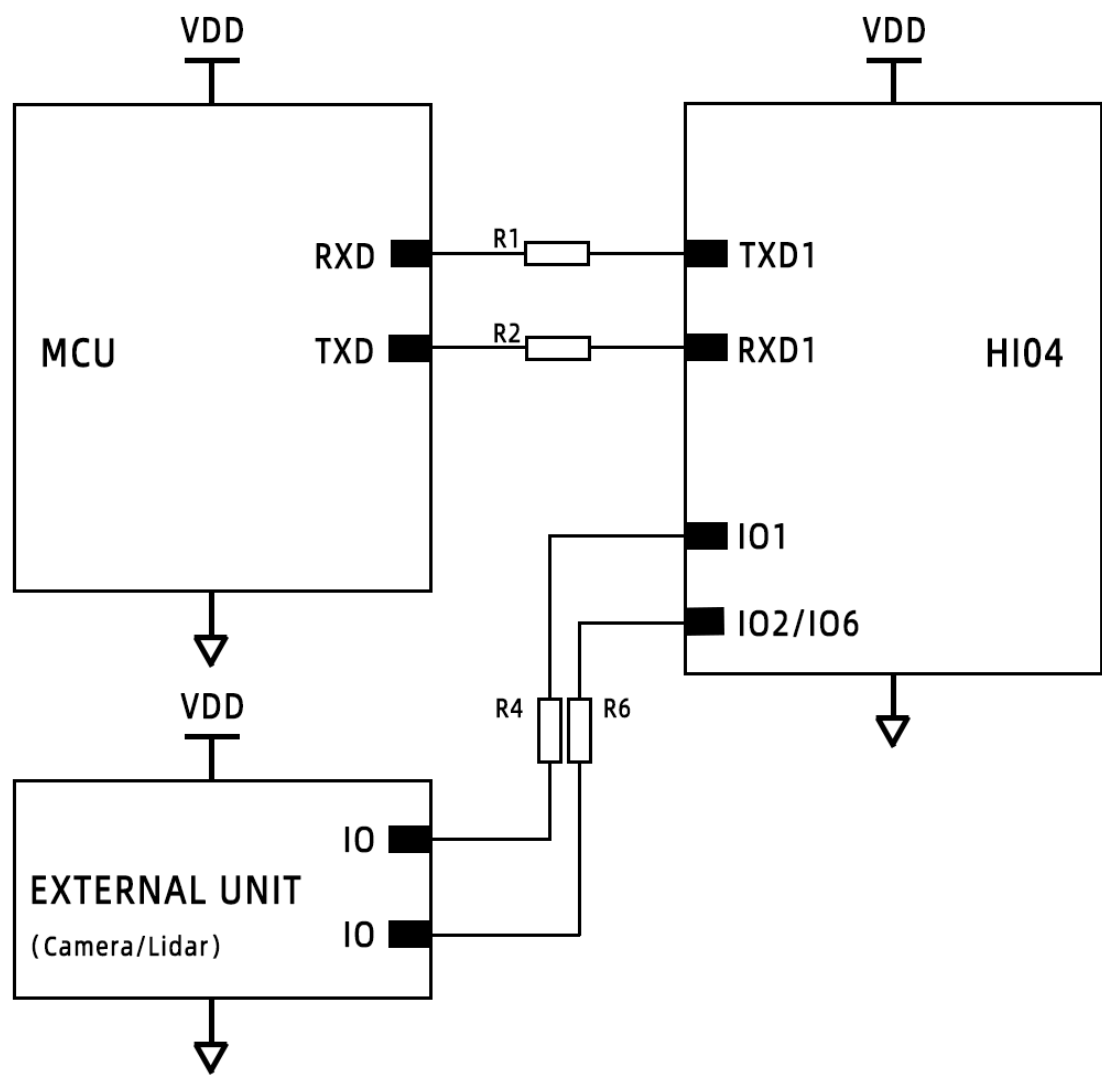


Figure23: HI04 串口通信带外部系统同步 2

- 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 与产品进行同步，详情参考编程手册
- 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。

9.3 CAN 通信

9.3.1 HI04MX/HI04R3 CAN 参考电路

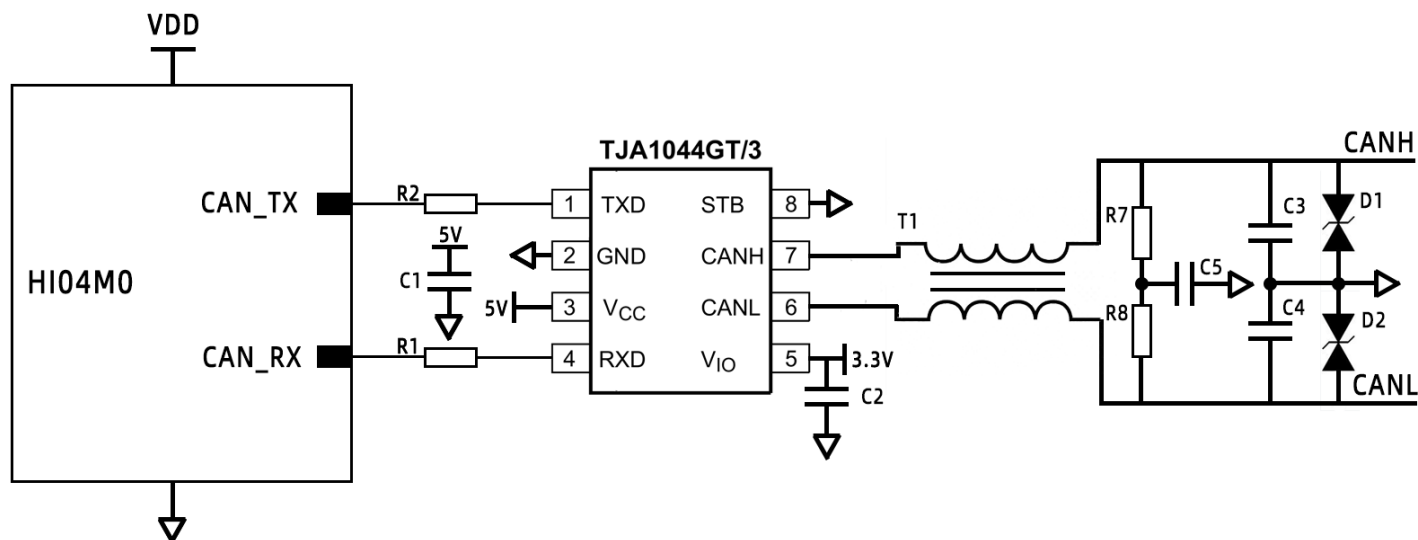


Figure24: HI04M0 CAN 通信电路参考

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

9.3.2 HI04R2 CAN 通信电路

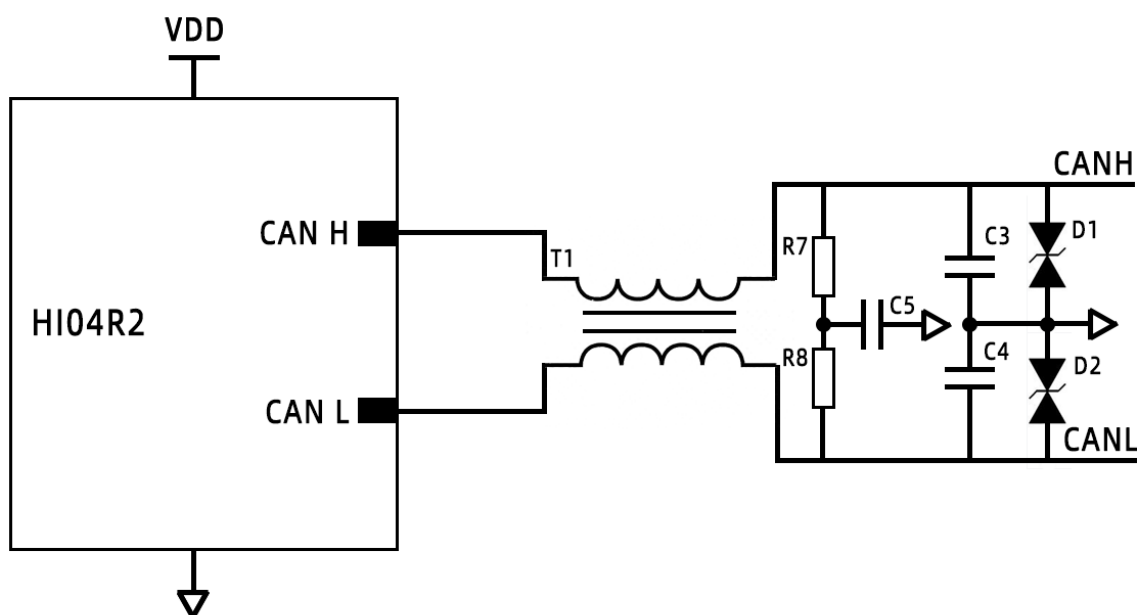


Figure25: HI04R2 CAN 通信电路参考

HI04 系列

通用型 IMU/VRU/AHRS 传感器

REV:1.4

Table 21: 参考设计的物料信息

Item	Reference	Part	P/N	Vendor
Fuse	F1	300mA	JK-SMD0603-030-6	JK
TVS	D3	SMF5.0CA	SMF5.0CA	TWGMC
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

10 初始配置

HI04 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。

10.1 接口初始配置

Table 22: 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

10.2 传感器初始配置

Table 23: 传感器初始配置

Parameters	Value	Unit	Note
陀螺仪量程	±2000	°/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	±8	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

11 通信协议

11.1 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。

11.2 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

11.3 CAN

11.3.1 CANopen

CAN 接口符合 CANopen 协议, 所有通讯均使用标准数据帧, 详细的协议请参考指令与编程手册。

11.3.2 J1939

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

12 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。

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

13 焊接与安装

13.1 焊接曲线

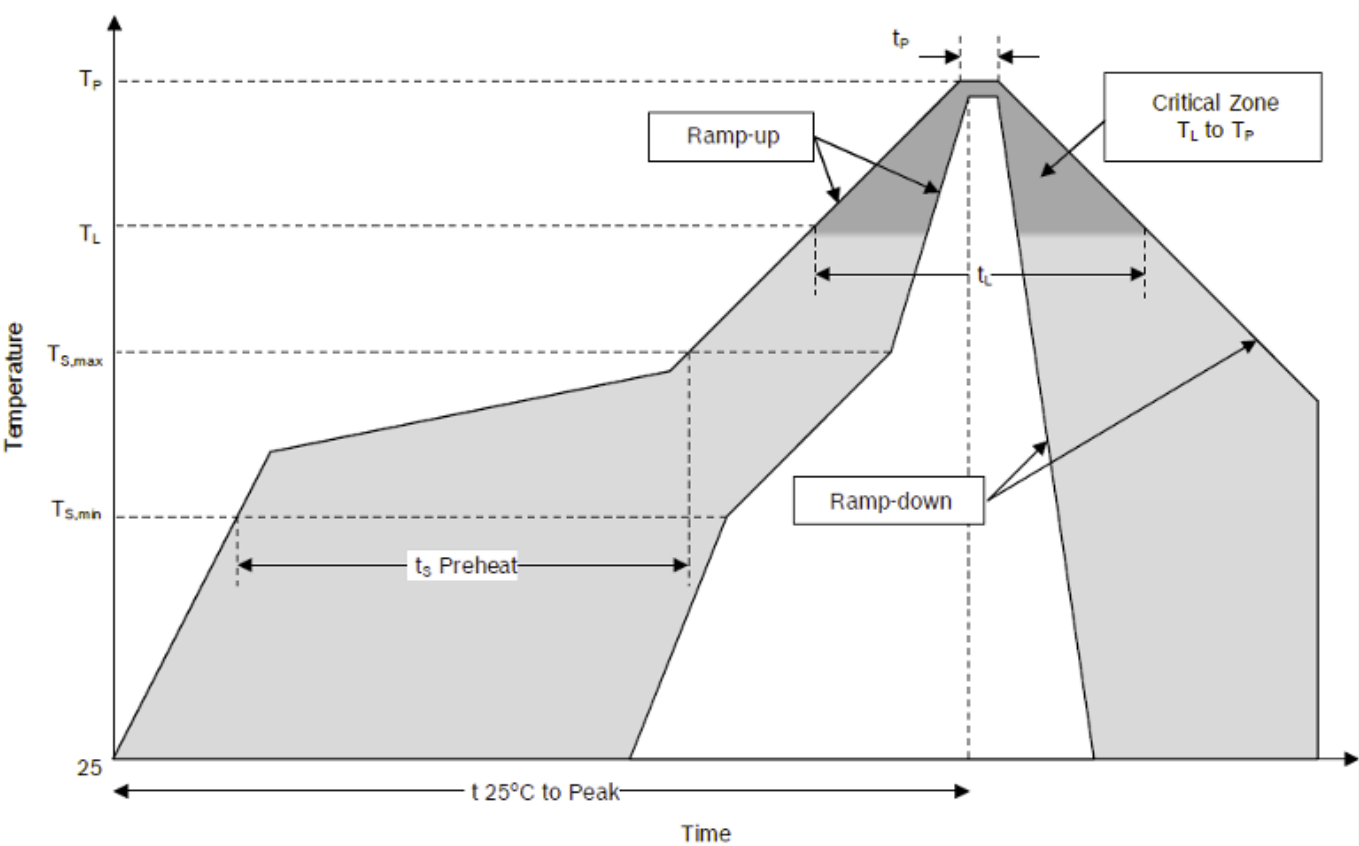


Figure26: SMT 温度曲线

Table 24: 焊接曲线说明

参数	说明
Average ramp-up rate (T_{Smax} 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

13.2 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 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影响。

14 包装

14.1 Tape Dimension

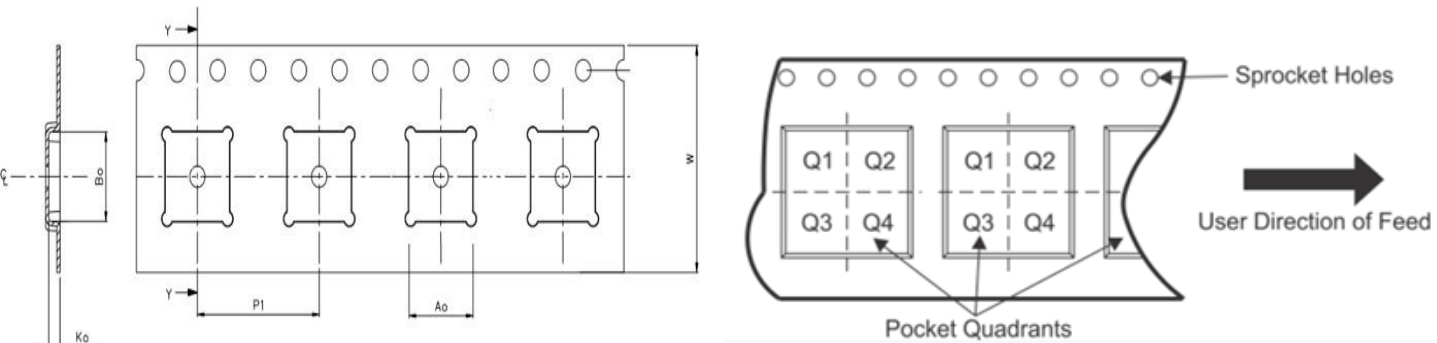


Figure27: Tape Dimension and pin 1

Table 25: Tape Dimension Information

Device	A0(mm)	B0(mm)	K0(mm)	P1(mm)	W(mm)
HI04M0	12.5	12.5	3.0	16	24
HI04R2	15.4	15.4	2.9	20	24

14.2 Reel Dimension

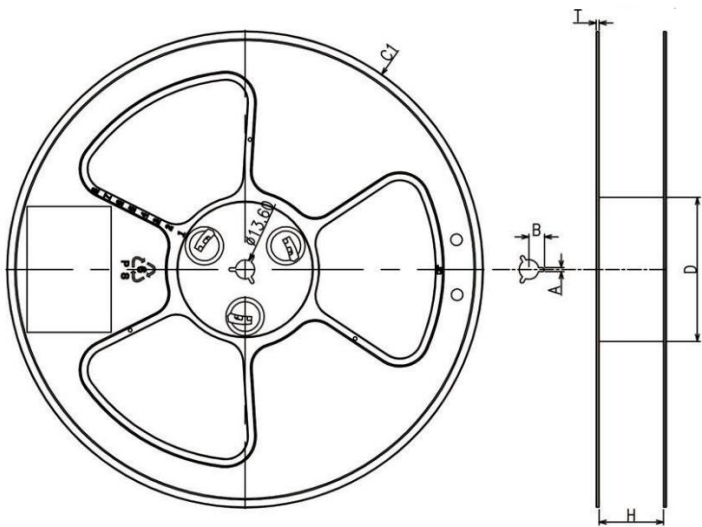


Figure28: Reel Dimension

Table 26: Reel Dimension Information

Device	SPQ(PCS)	Reel Diameter C1(mm)	Reel Width H(mm)	A(mm)	B(mm)	T(mm)	D(mm)
HI04M0	1000	330	12.8	2.5	11	2.0	100
HI04R2	1000	330	16.8	2.5	11	2.0	100

14.3 装箱方式

HI04 系列采用标准的纸箱包装

Table 27: 装箱

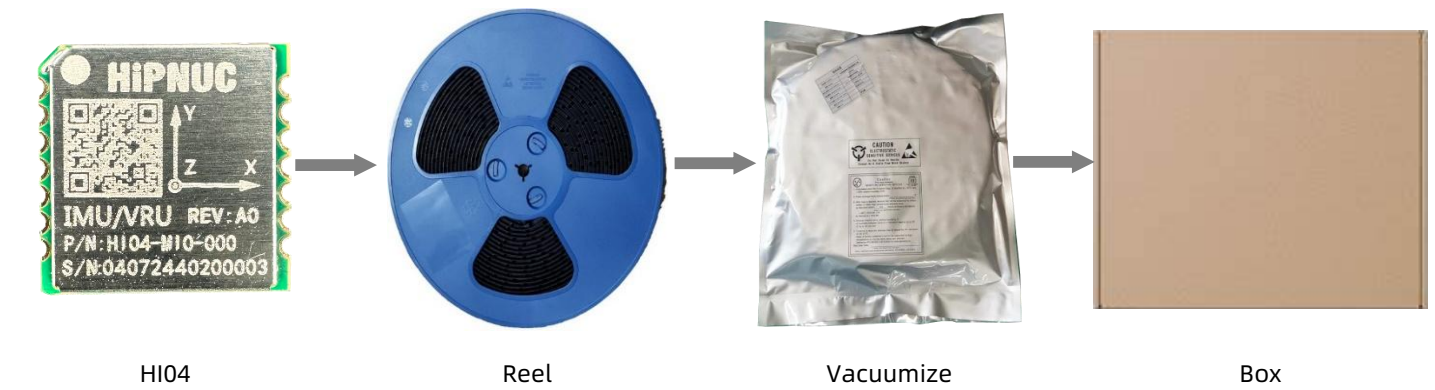


Table 28: 纸箱尺寸

Device	SPQ(PCS)	L(mm)	W(mm)	H(mm)
HI04	1000	360	360	40

15 常见问题

15.1 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：

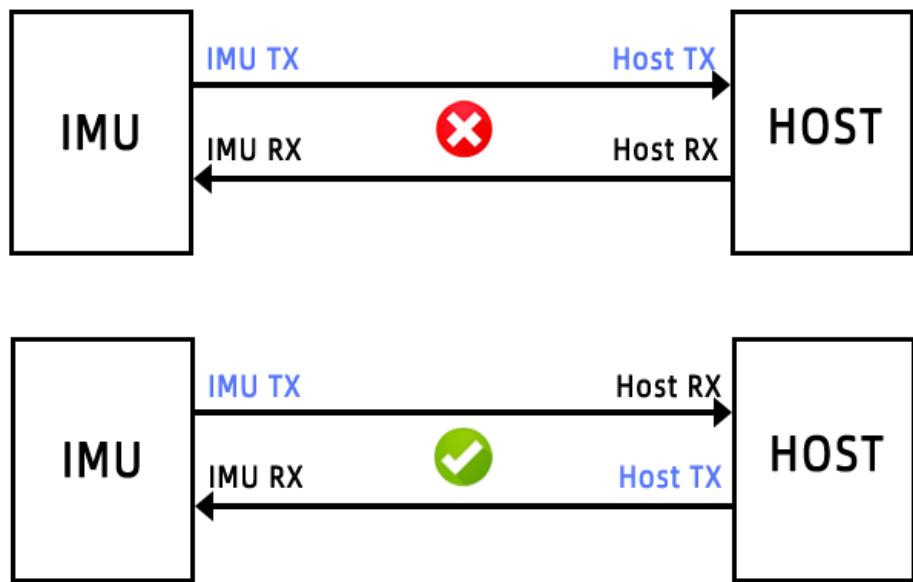


Figure29: IMU 串口与单主机相连

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：

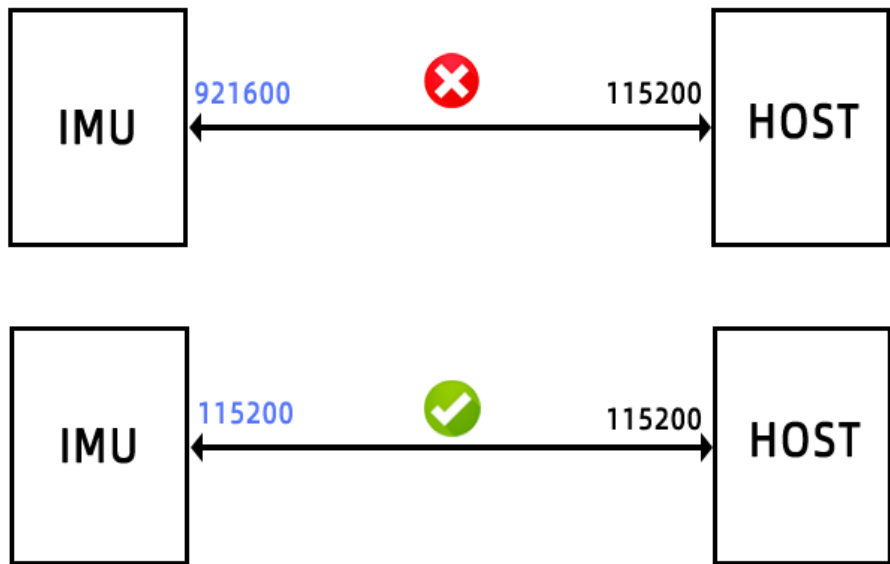


Figure30: IMU 串口与单主机相连

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

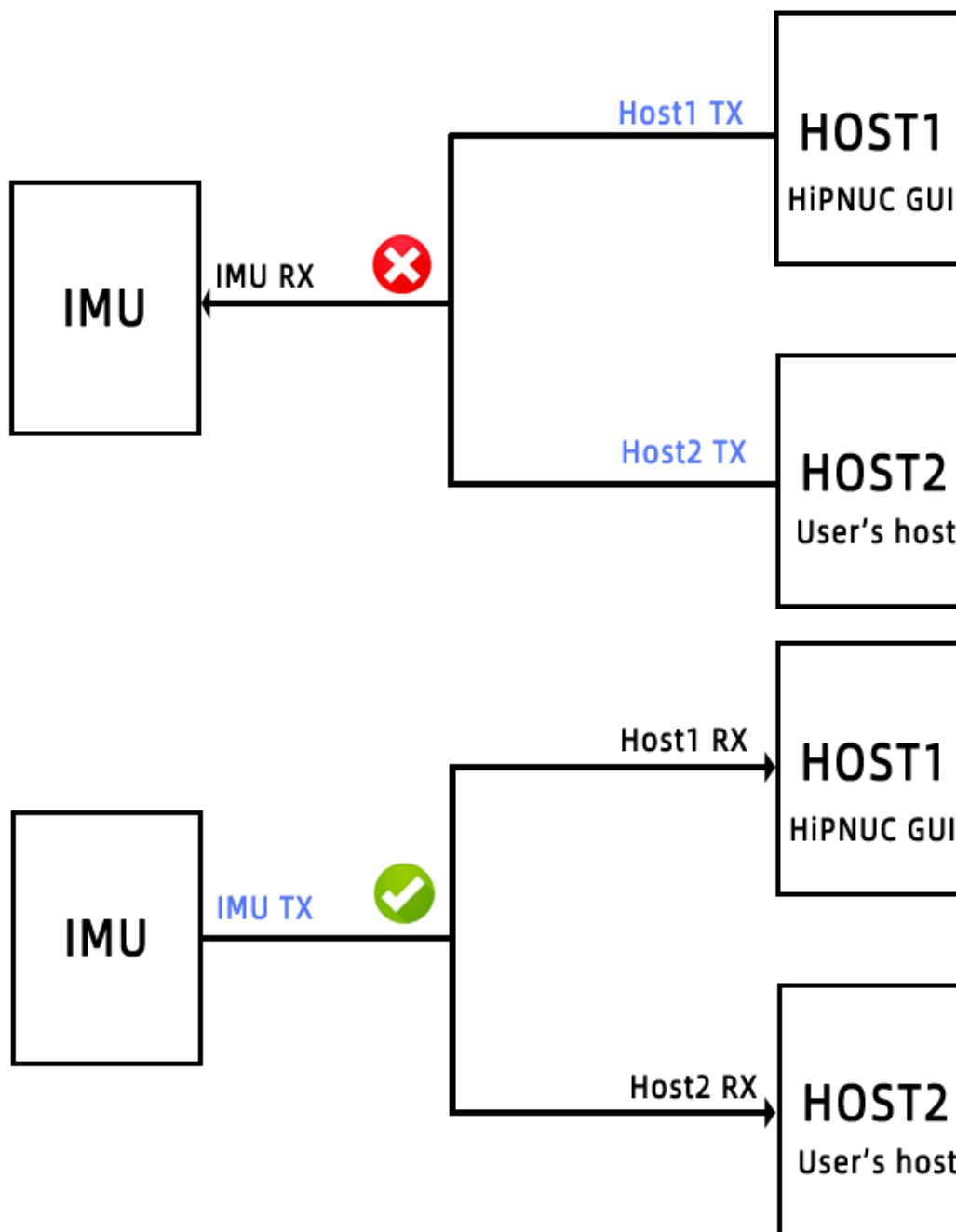


Figure31: IMU 串口同时与用户主机和 HiPNUC GUI 相连

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。