

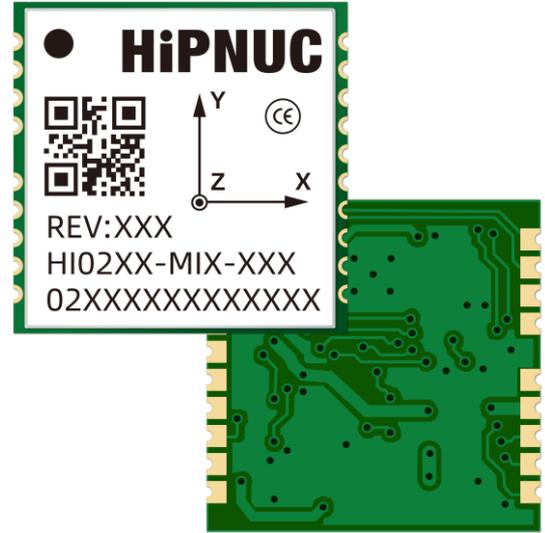
1 特性

1.1 硬件

- 高性能, 低噪声 MEMS-IMU
- 集成低噪声、高可靠性 LDO
- 标定比例因子、交叉轴、零偏(有温补需求与销售联系)
- 优异的抗振性
- 集成温度传感器
- 小体积表贴封装 15x15x2.6mm, 易于集成
- RoHS、CE、卤素认证

1.2 软件

- 自适应扩展卡尔曼融合算法, 高达 200Hz 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
- 自定义二进制协议
- 丰富的用户配置指令
- 多功能 GUI, 方便操作
- 支持 ROS1、ROS2、C、Matlab、Python、Arduino 等多种例程



2 应用

HI02 系列是专门为满足低成本要求应用而设计的产品。

- 扫地机
- 割草机
- 泳池机器人

3 描述

3.1 系统框图

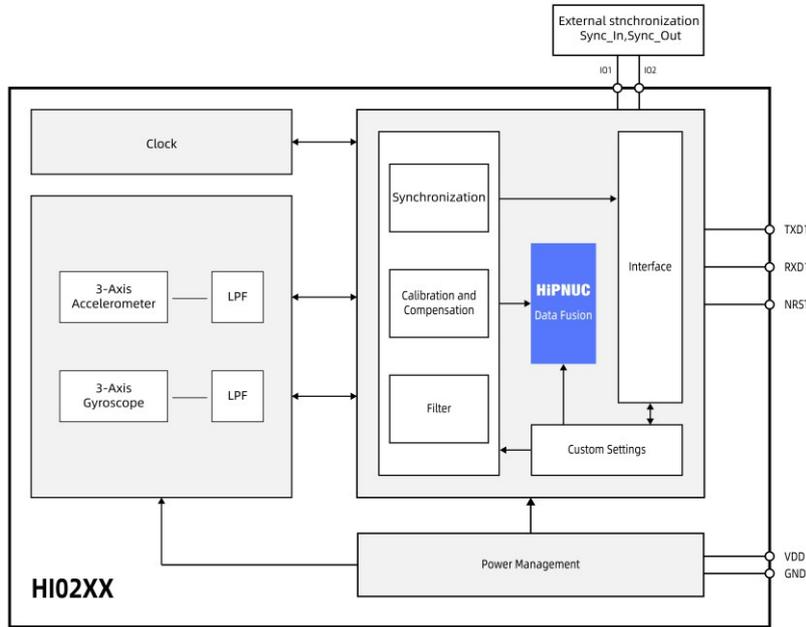


Figure1: HI02 系列系统框图

3.2 通用描述

HI02 系列是利用 MEMS-IMU 组成的 IMU/VRU 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、载体运动状态分析算法可以为用户提供精准的姿态等信息。每一个传感器出厂之前都经过了补偿与标定包括零偏、比例因子、跨轴。模组可以通过 UART 接口进行数据传输

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。



Figure2: GUI

目录

1 特性.....	1
1.1 硬件.....	1
1.2 软件.....	1
2 应用.....	1
3 描述.....	2
3.1 系统框图.....	2
3.2 通用描述.....	2
4 产品选型.....	5
5 产品订购.....	6
5.1 订购信息.....	6
5.2 联系我们.....	6
6 文档信息.....	7
6.1 文档版本信息.....	7
6.2 相关文档与开发套件.....	7
7 H102 系统架构.....	8
7.1 IMU 子系统.....	8
7.2 VRU 子系统.....	8
8 引脚定义.....	9
9 外设接口与参考设计.....	10
9.1 电源参考设计.....	10
9.2 串口通信.....	10
9.3 同步系统参考设计.....	11
9.4 参考设计 Bom.....	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 温度传感器.....	14
10.4 融合精度.....	14
11 系统与电气参数.....	15
11.1 电气参数.....	15
11.2 接口参数.....	15
11.3 系统参数.....	15
11.4 绝对最大值.....	15
12 机械尺寸.....	16
12.1 H102 产品尺寸.....	16
12.2 H102 推荐封装尺寸.....	17

HI02 系列规格书

低成本 IMU/VRU 模组

REV:1.1

13 坐标系定义	18
13.1 东北天(默认)	18
13.2 北西天与北东地	18
14 评估板与配线	19
15 通信协议	20
16 焊接与安装	21
16.1 焊接曲线	21
16.2 安装建议	21
17 包装	22
17.1 卷带	22
17.2 卷盘	22
17.3 装箱方式	22

4 产品选型

Table 1: 选型信息

HI02a-b-c ¹						
标识	系列	a-传感器		b-数据接口		c-其他信息
HI	02	M0	IMU/VRU	MIO		000 默认

Note1: 型号举例: HI02M0-MIO-000

5 产品订购

5.1 订购信息

Table 2: 订购信息

Part Number	Name	Description	Note
HI02M0-MI0-000	IMU/VRU Module	IMU/VRU	

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

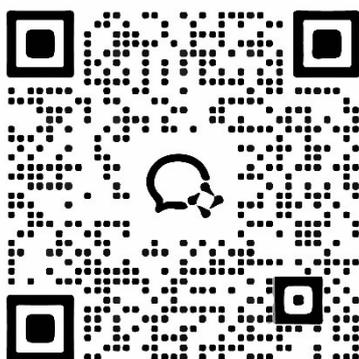
移动电话: 15801501203

web: www.hipnuc.com

3. 其他方式

新产品和技术资料可以通过官网获得

企业微信



公众号



公司官网



6 文档信息

6.1 文档版本信息

Table 3: 文件版本

版本	日期	章节	变更内容
1.0	2025 年 5 月 31 日	-	初始版本
1.1	2026 年 2 月 10 日	All	更改外观, 重新排版

6.2 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 H102 规格书与设计文件
4. CE/RoHS 等认证文件
5. GUI 与参考例程

7 HI02 系统架构

HI02 系列是一款集 IMU、VRU 多种功能于一体的传感器模组，出厂经过严格的比例因子、跨轴、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)、三维方向数据（欧拉角即俯仰、横滚、偏航）、四元数等数据。

HI02 模组配备了 3 轴加速度计、3 轴陀螺仪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。

7.1 IMU 子系统

HI02 可以作为惯性测量单元（IMU）使用，为用户提供精准的三维加速度和三维角速度数据。这些数据是通过内部集成的高精度加速度计和陀螺仪采集的，能够实时反映物体在三维空间中的运动状态和动态变化。与传统的 IMU 芯片相比，HI02 的显著优势在于其出厂前经过了严格的标定与补偿校正，使得输出数据的精度和稳定性大幅提升。这些标定包括交叉轴、比例因子、零偏。

7.2 VRU 子系统

HI02 通过我们自主研发的算法融合引擎，能够对 IMU 基础数据进行深度处理和优化，从而输出基于重力参考系的高精度三维方向数据。这些方向数据包括俯仰角（Pitch）、横滚角（Roll）以及偏航角（Yaw），为用户提供了直观且可靠的姿态信息支持。

8 引脚定义

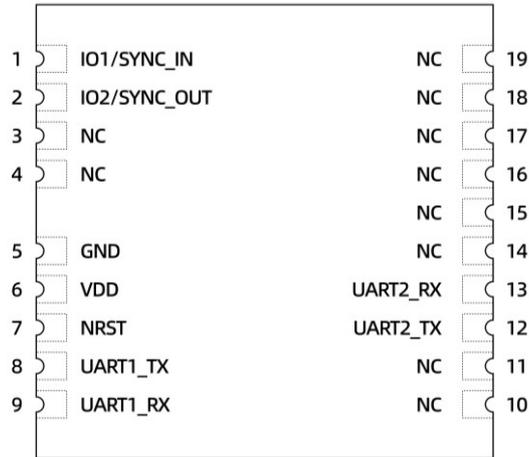


Figure3: HI02XX-MI0 引脚定义

Table 4: 引脚功能描述

Pin Number	Pin Name	Type	Functional	Note
1	IO1(SYNC_IN)	I/O	同步输入, 可以接受外部触发信号	
2	IO2(SYNC_OUT)	I/O	同步输出, 可作为 Data ready 信号	
3,4,10,11,14,15,16,17,18,19	NC	N/A	保留当前需悬空	
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	I/O	模块 UART1 发送	
9	UART1_RX	I/O	模块 UART1 接收	
12	UART2_TX	I/O	模块 UART2 发送 当前悬空	
13	UART2_RX	I/O	模块 UART2 接收 当前悬空	

9 外设接口与参考设计

9.1 电源参考设计

HI02 系列传感器内置了低压差线性稳压器 (LDO)，这一设计在电源管理方面具有重要意义。LDO 的引入能够有效减少外部电源噪声对模块内部系统的干扰，从而提升系统的稳定性和可靠性。这种优化设计使得 HI02 在复杂电源环境下依然能够保持高精度的性能输出。因此用户可以使用 LDO/DCDC 对系统进行供电，电压范围 3.3-5V

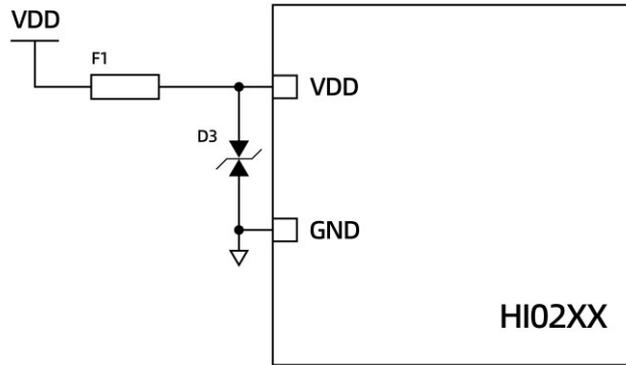


Figure4: HI02 电源参考电路

9.2 串口通信

HI02 系列传感器支持灵活多样的通信方式，能够通过 UART1 以全双工模式进行通信。默认情况下，通信的帧格式为标准的 N8N1 模式，即：

波特率：115200 bps（可根据需求调整）

数据位：8 位

校验方式：无奇偶校验（No Parity）

停止位：1 位

这种通信配置是工业应用中的标准配置，兼容性强，能够与绝大多数的嵌入式系统、工控设备、机器人控制器等进行无缝对接。此外，HI02 还可以通过外接 RS-232/RS-485/RS-422 收发器，将 UART 接口扩展为 RS-232/RS-485/RS-422 通信方式，进一步增强了模块的适用性和扩展能力。

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

在使用 HI02 系列传感器进行串口通信时，建议用户的处理器逻辑电平为 3.3V。如果需要与逻辑电平为 5V 或 1.8V 的处理器进行通信，则需要用户自行添加电平转换芯片，以确保通信的可靠性和设备的安全性。

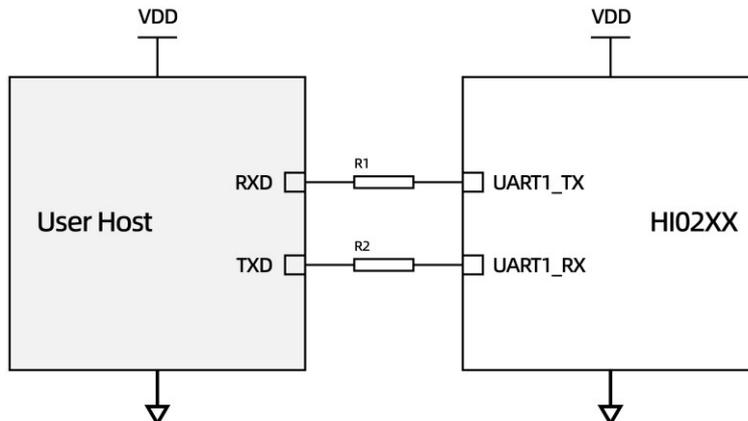


Figure5: HI02 串口通信最小系统参考电路

9.3 同步系统参考设计

HI02 支持脉冲触发功能，可以与用户系统进行同步

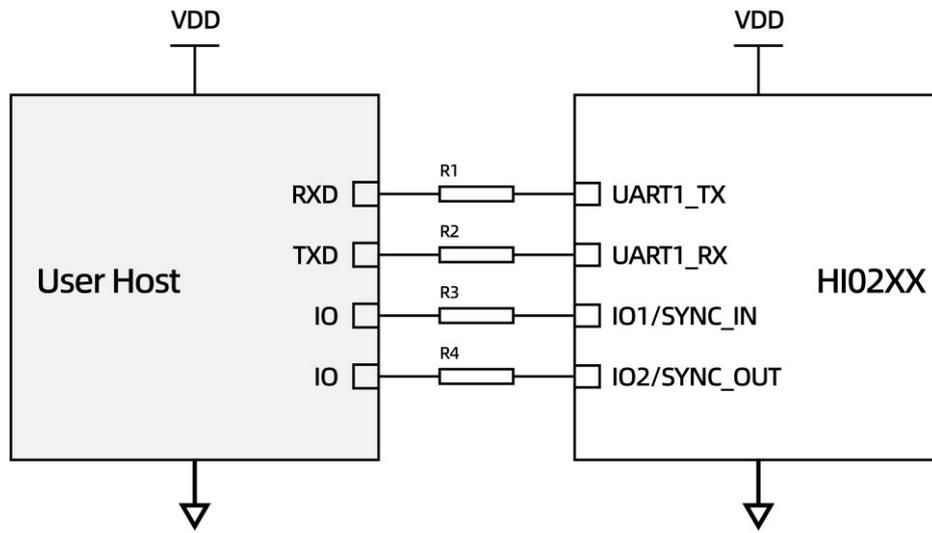


Figure6: HI02 与主机触发同步(串口通信)

此种连接方式需要用户将 IO1/IO2 与主机系统直接相连，进行系统间触发同步。如果用户使用 IO1 同步输入，那么此时 IO1 处于同步输入模式且主机需要产生与数据帧率同频的脉冲给到 HI02。如果用户使用 IO2，那么 IO2 需要处于同步输出模式，同步输出的脉冲与数据帧率同频，可以当做 Data Ready 信号。IO1 与 IO2 可以不同时使用，具体需要使用哪种同步用户可以根据自己系统进行选择。

9.4 参考设计 Bom

Table 5: 参考设计 Bom

Item	Reference	Part	P/N	Vendor
Fuse	F1	300mA	JK-SMD0603-030-6	JK
TVS	D3	SMF5.0CA	SMF5.0CA	LittleFuse
Resistor	R1,R2,R3,R4	1K	RC0402JR-071KL	YAGEO

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 6: 陀螺仪性能参数

Parameters	Condition	Min	Typ	Max	Unit	Note
量程		±125	±2000	±2000	°/s	
分辨率			16		bit	
比例因子	100°/s SMT 之前		300	400	ppm	Typ:RMS
	100°/s SMT 之后		1390	2225		
非线性			±0.05		%Fs	1
噪声密度	带宽 47Hz		0.014		°/s√Hz	
3dB 带宽			80	200	Hz	2
零速输出			<0.1	±0.45	°/s	3
采样率			1000		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	X	2.5	4	°/h	Typ:1σ Max: 3σ
		Y	3.2	5.5		
		Z	3	5.5		
零偏稳定性	10s 平滑	X	10	14	°/h	Typ:1σ Max: 3σ
		Y	13	17		
		Z	10	13		
零偏重复性		X	20	36	°/h	4
		Y	36	61		
		Z	16	25		
角度随机游走	Allan Variance	X	0.55	1.1	°/√h	Typ:1σ Max: 3σ
		Y	0.82	1.2		
		Z	0.47	0.7		
零偏全温变化(温补后)	-40-85°C		0.07	0.15	°/s	5
加计敏感性	All three axis		0.05		°/s/g	

Note1: 在指定范围内与最佳拟合直线的最大偏差

Note2: 不同的模式具有不同的带宽，默认 6DoF 模式为 80Hz

Note3: 初始零偏标定之后，零偏可以在算法引擎中实时估计

Note4: 模块在上电 20min 后，开始采集数据 300s，断电 5s，再重新上电采集数据。重复 10 次

Note5: 默认不温补，有需求可与销售代表联系，超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3°C/min

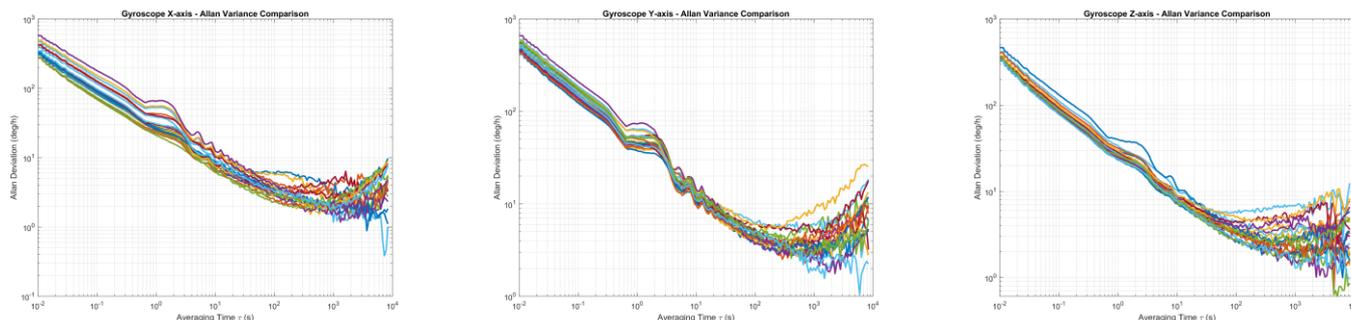


Figure7: HI02XX 陀螺仪艾伦方差

10.2 加速度计

Table 7: 加速度计参数

Parameters	Condition	Min	Typ	Max	Unit	Note
量程		±2	±12	±24	g	
分辨率			16		bit	
初始零偏	SMT 之前 水平静止		1	2	mg	Typ:RMS
	SMT 之后 水平静止		5	20		
非线性			0.01		%Fs	1
3dB 带宽			90	200	Hz	2
噪声密度			0.16	0.2	mg/√Hz	
采样率			1000		Hz	
零偏不稳定性	Allan Variance	X	0.021	0.035	mg	Typ:1σ Max: 3σ
		Y	0.032	0.065		
		Z	0.023	0.03		
零偏稳定性	10s 平滑	X	0.068	0.1	mg	Typ:1σ Max: 3σ
		Y	0.09	0.19		
		Z	0.07	0.1		
零偏重复性		X	0.22	0.4	mg	Typ:1σ Max: 3σ
		Y	0.15	0.21		
		Z	0.12	0.2		
随机游走	Allan Variance	XYZ	0.09	0.11	m/s/√h	Typ:1σ Max: 3σ
零偏全温变化(温补后)	-40-85°C		3	8	mg	4

Note1: 在指定范围内与最佳拟合直线的最大偏差

Note2: 不同的模式具有不同的带宽，默认 6DoF 模式为 90Hz

Note3: 模块在上电 20min 后，开始采集数据 300s，断电 5s，再重新上电采集数据。重复 10 次

Note4: 默认无温补，如需温补请与销售代表联系，超核实验室温箱转台测得，温升斜率小于 3°C/min

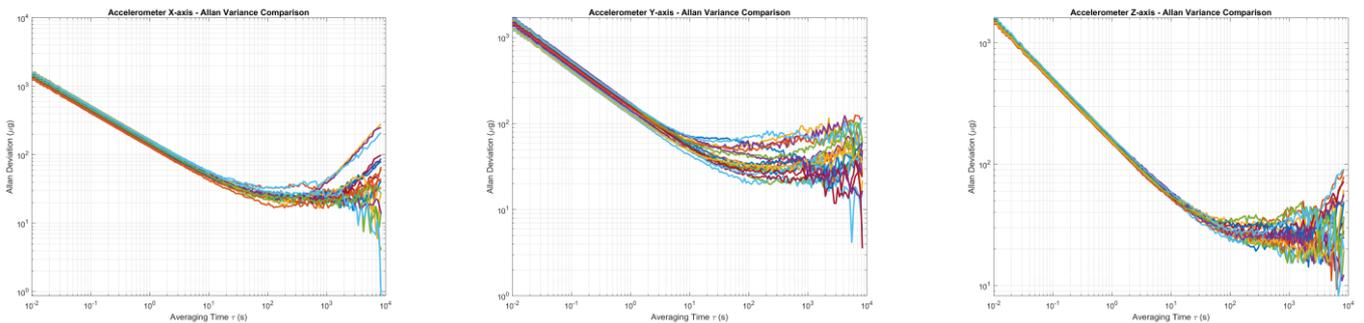


Figure8: H102XX 加速度计艾伦方差

10.3 温度传感器

Table 8: 温度传感器参数

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

10.4 融合精度

Table 9: 姿态角精度

Parameters	Condition	Min	Typ	Max	Unit	Note
俯仰/横滚(静态)	SMT 前		0.1	0.15	°	1
	SMT 后		0.4	1		
俯仰/横滚(动态)	SMT 前		0.2	0.3	°	
	SMT 后		0.5	1		
航向角静态漂移(6DOF)	静止 2h		0.15	0.2	°	
航向角动态漂移(6DOF)			<±10	±18	°	2
航向角旋转误差(6DOF)	100°/s 旋转 SMT 前		0.1	0.3	°	3
	100°/s 旋转 SMT 后		0.5	1.2		

Note1: 数据参考校准平面，数据来源于 20pcs 测试样品。

Note2: 模块在室内清洁机器人上运动 1h 测得。1σ

Note3: 模块在转台上旋转 10 圈平均每圈误差

11 系统与电气参数

11.1 电气参数

Parameters	Condition	Min	Typ	Max	Unit	Note
输入电压 VDD		3.2	-	5.5	V	
功耗				150	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	Min	Typ	Max	Unit	Note
UART1	波特率	9600	115200	921600	bps	
	输出帧率	0	100	200	Hz	

11.3 系统参数

Parameters	Product	Value	Note
尺寸		15X15X2.6mm	
重量		<1.5g	
系统启动时间		2s	1
工作温度		-40-85°C	
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°C升至 85°C, 5 次	
湿敏等级		MSL2	

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°C-125°C	
ESD HBM	2KV	JEDEC/ESDA JS-001
输入电压	6V	
IO To GND	-0.3-5V	

12 机械尺寸

All Dimensions in mm units

12.1 HI02 产品尺寸

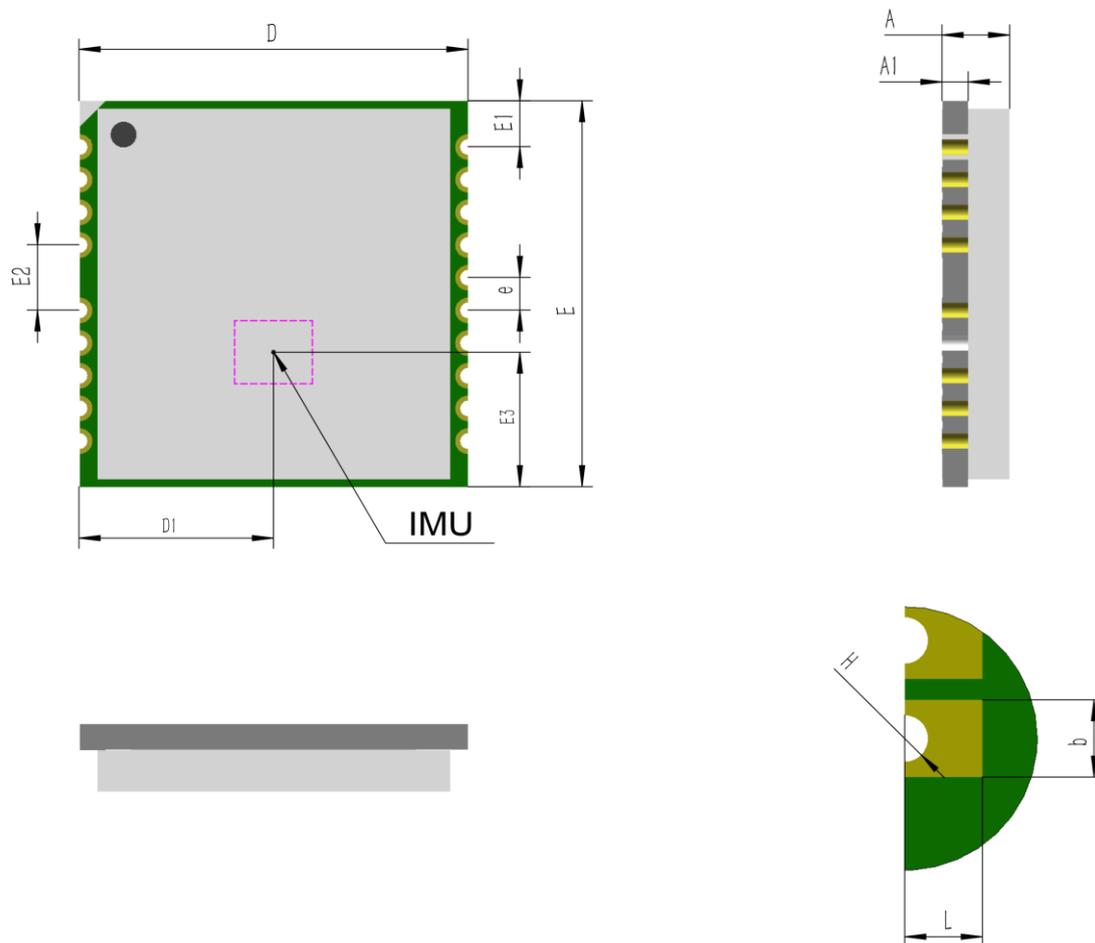


Figure9: HI02 机械尺寸与 IMU 位置

Table 10: HI02 产品尺寸数据表

Symbol	Min(mm)	Typ(mm)	Max(mm)
A	2.5	2.6	2.7
A1	0.95	1	1.05
D	14.8	15	15.2
D1	7.45	7.5	7.55
E	14.8	15	15.2
E1	1.69	1.79	1.89
E2	2.5	2.54	2.55
E3	4.9	5	5.1
e	1.25	1.27	1.28
L	0.95	1	1.05
b	0.87	0.9	0.92
H	R0.26	R0.27	R0.28

12.2 HI02 推荐封装尺寸

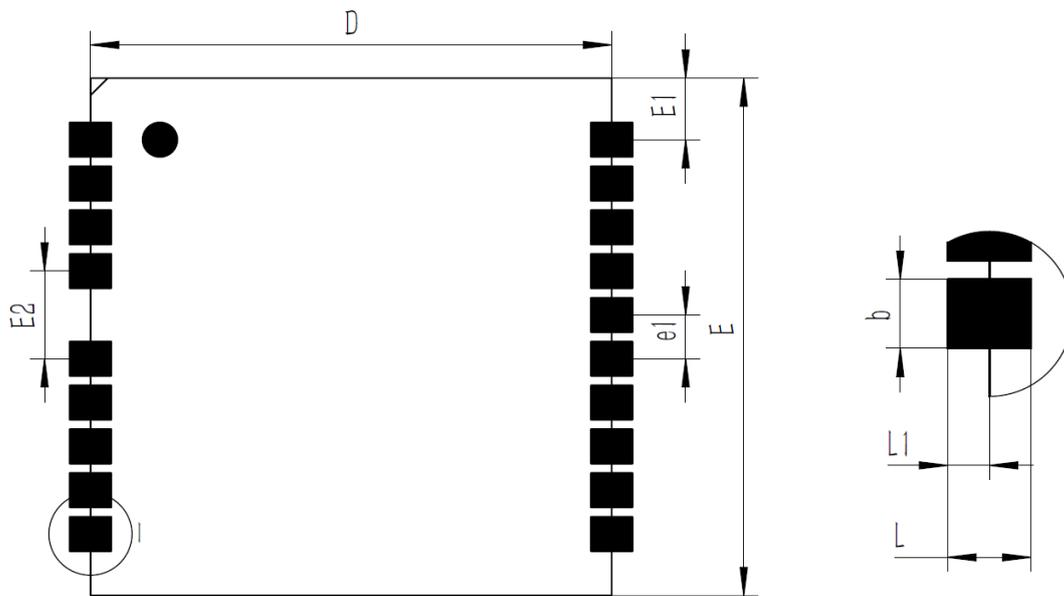


Figure10: HI02 推荐的封装尺寸

Note1: 器件背部禁止有裸露铜皮。

Table 11: HI02 推荐封装尺寸数据表

Symbol	Min(mm)	Typ(mm)	Max(mm)
D		15	
E		15	
E1		1.79	
E2		2.54	
e		1.27	
b		0.9	
L		2	
L1		1	

13 坐标系定义

13.1 东北天(默认)

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：

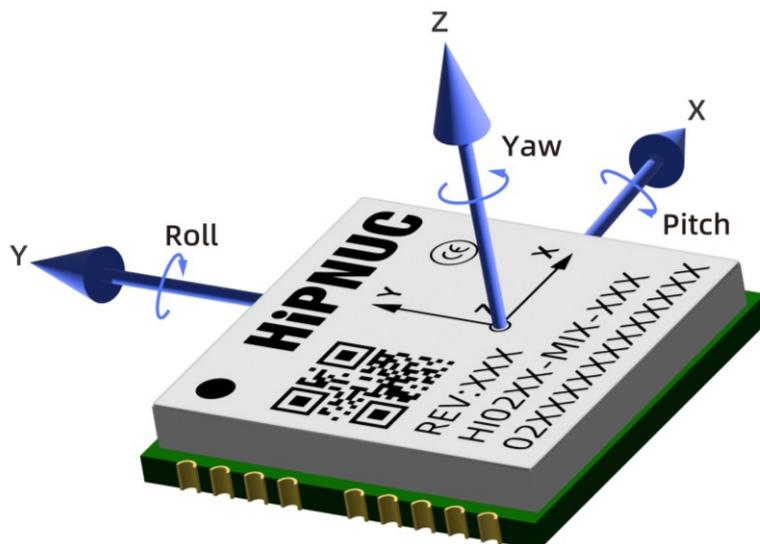


Figure11: HI02 坐标系

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 $\text{Yaw} \backslash \psi (\psi)$ 范围： $-180^\circ - 180^\circ$

绕 X 轴方向旋转：俯仰角 $\text{Pitch} \backslash \theta (\theta)$ 范围： $-90^\circ - 90^\circ$

绕 Y 轴方向旋转：横滚角 $\text{Roll} \backslash \phi (\phi)$ 范围： $-180^\circ - 180^\circ$

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： $\text{Pitch} = 0^\circ$, $\text{Roll} = 0^\circ$, $\text{Yaw} = 0^\circ$ 。

如需旋转坐标系请参考指令与编程手册

13.2 北西天与北东地

载体也可以配置为北西天/北东地坐标系，需要用户自行配置，详情参考指令与编程手册

14 评估板与配线

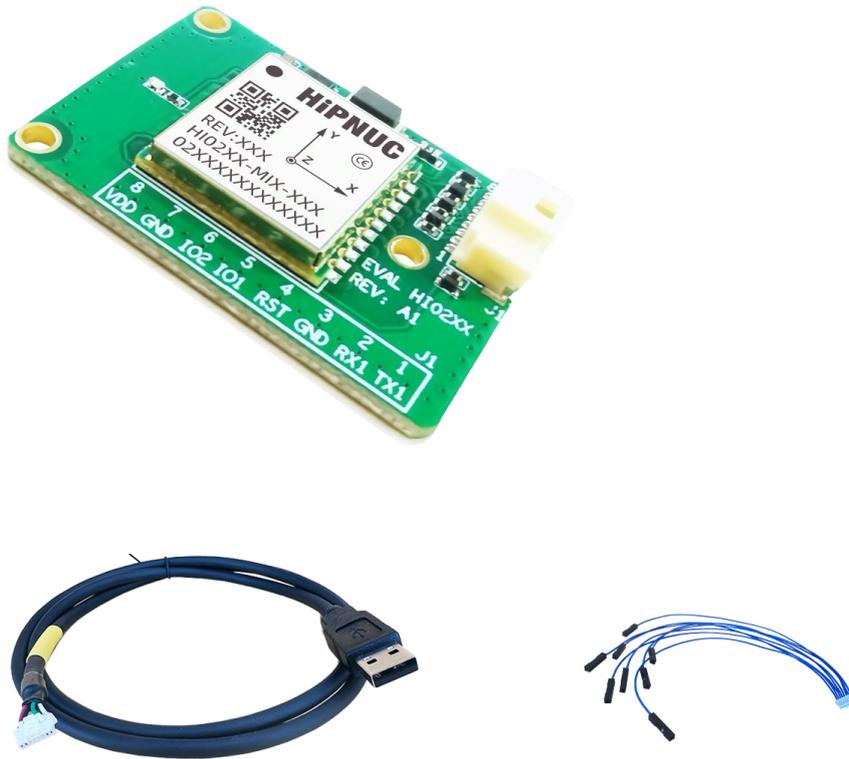


Figure12: HI02 系列评估板与线束

Note1: USB 转 Molex 线束长 1m, Molex 转杜邦头线束长 30cm

15 通信协议

为方便用户使用,我们提供了自定义二进制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。

16 焊接与安装

16.1 焊接曲线

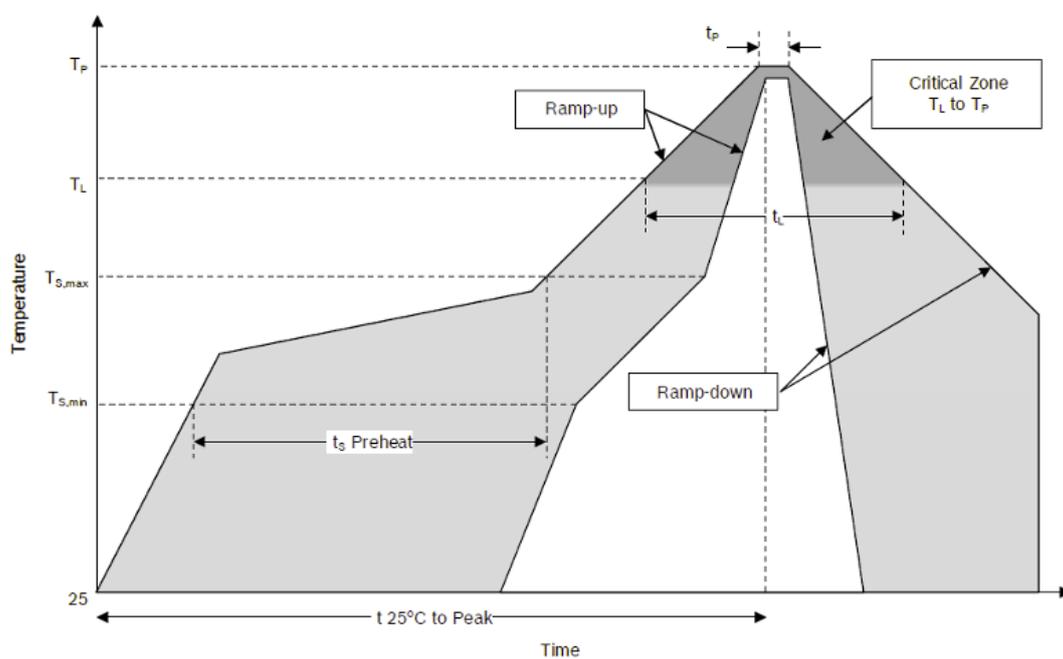


Figure13: SMT 温度曲线

Table 12: 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 ($T_{S,min}$)	150°C
Temperature max ($T_{S,max}$)	200°C
Time ($T_{S,min}$ to $T_{S,max}$)	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

16.2 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影响。

17 包装

17.1 卷带

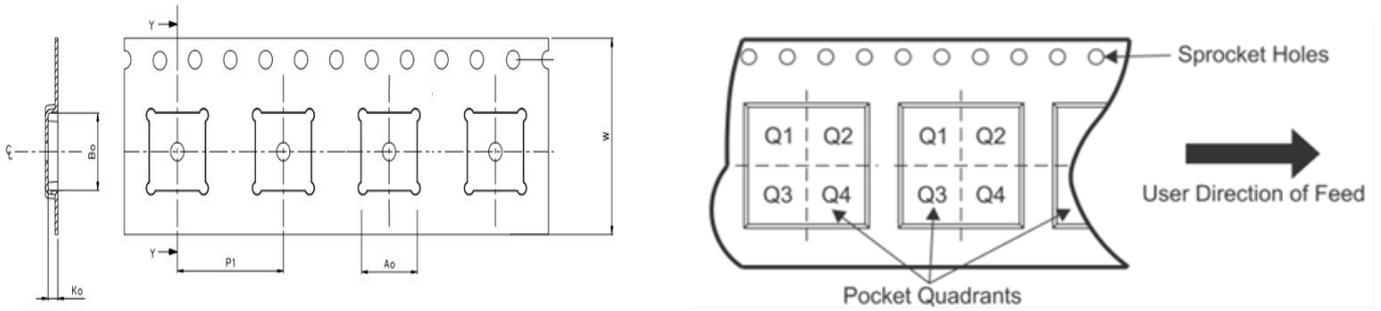


Figure14: Tape Dimension and pin 1

Table 13: Tape Dimension Information

Device	A0(mm)	B0(mm)	K0(mm)	P1(mm)	W(mm)
HI02	15.4	15.4	2.9	20	24

17.2 卷盘

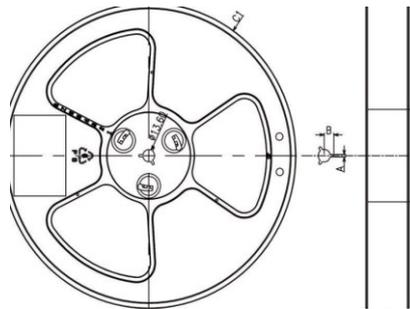


Figure15: Reel Dimension

Table 14: Reel Dimension Information

Device	SPQ(PCS)	Reel Diameter C1(mm)	Reel Width H(mm)	A(mm)	B(mm)	T(mm)	D(mm)
HI02	1000	330	16.8	2.5	11	2.0	100

17.3 装箱方式

HI02 系列采用标准的纸箱包装

Table 15: 装箱

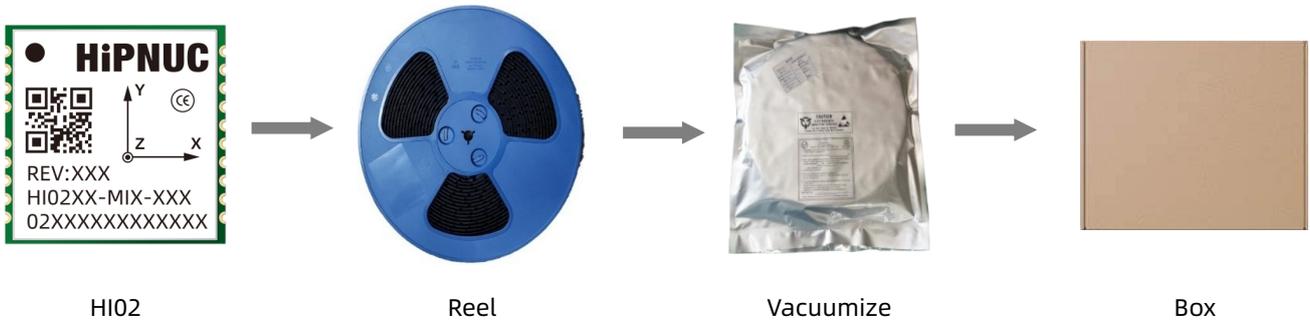


Table 16: 纸箱尺寸

Device	SPQ(PCS)	L(mm)	W(mm)	H(mm)
HI02XX	1000	360	360	40