

## 1 特性

### 1.1 硬件

- 高性能阵列 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高达 2.5°/h
- 加速度计零偏不稳定性高达 30ug
- 全对称设计
- 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
- 集成硬件复位电路稳定可靠(仅 CH040/CH040MP)

### 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

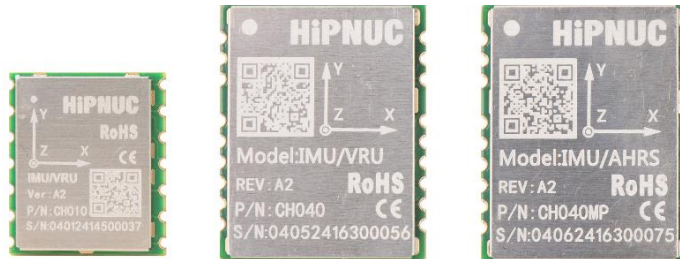


Figure1: CH0X0

### 3.2 系统框图

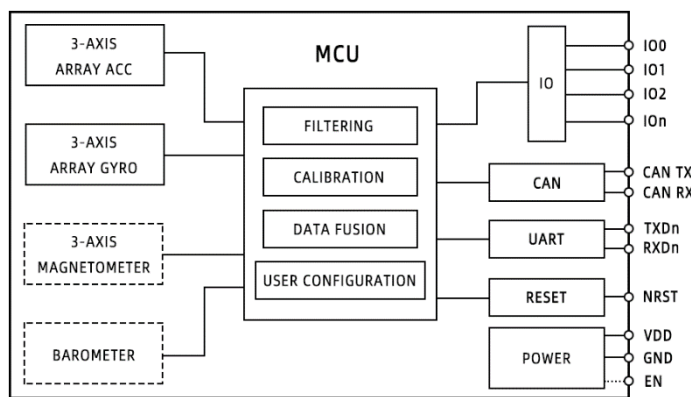


Figure2: Functional Block Diagram

**Note1:** 虚线表示并不是所有的型号都支持, 具体参考产品选型表 Table 1

### 3.3 通用描述

CH0X0 系列是利用阵列 MEMS-IMU、磁力计、气压计组成的 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。

CH0X0 系列传感器通过 UART 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。

CH0X0 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

        6.1.1 固件版本 ..... 6

        6.1.2 硬件版本 ..... 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 气压计 ..... 10

    7.8 温度传感器..... 11

    7.9 Allan 方差曲线 ..... 11

    7.10 温补曲线 ..... 12

    7.11 融合参数 ..... 13

    7.12 姿态角精度..... 13

    7.13 机械与环境参数 ..... 13

    7.14 产品尺寸 ..... 14

        7.14.1 CH010/CH020 机械尺寸..... 14

        7.14.2 CH010/CH020 尺寸数据表 ..... 14

        7.14.3 CH010/CH020 推荐的封装尺寸 ..... 15

7.14.4 CH010/CH020 推荐的封装尺寸数据表 ..... 15

7.14.5 CH010/CH020 引脚定义 ..... 16

7.14.6 CH040/CH040MP 机械尺寸 ..... 17

7.14.7 CH040/CH040MP 机械尺寸数据表 ..... 17

7.14.8 CH040/CH040MP 推荐的封装尺寸 ..... 18

7.14.9 CH040/CH040MP 推荐的封装尺寸数据表 ..... 18

7.14.10 CH040/CH040MP 引脚定义 ..... 19

8 坐标系定义 ..... 20

8.1 坐标系 ..... 20

8.2 传感器质心位置 ..... 20

9 典型参考设计 ..... 21

9.1 电源供电 ..... 21

9.2 串口通信 ..... 21

9.2.1 串口通信最小系统参考设计 ..... 21

9.2.2 串口通信(IMU 与主机同步)..... 22

9.2.3 串口通信(IMU 与外部系统同步) ..... 22

9.3 CAN 通信 ..... 25

9.4 参考设计 Bom ..... 25

10 初始配置 ..... 26

10.1 接口初始配置..... 26

10.2 传感器初始配置 ..... 26

11 通信协议 ..... 27

11.1 串行二进制协议 ..... 27

11.2 Modbus..... 27

11.3 CAN..... 27

11.3.1 CANopen..... 27

11.3.2 J1939 ..... 27

12 同步功能..... 28

13 焊接与安装 ..... 29

13.1 焊接曲线 ..... 29

13.2 安装建议 ..... 30

14 包装 ..... 31

14.1 Tape Dimension..... 31

14.2 Reel Dimension..... 31

14.3 装箱方式 ..... 32

4 产品选型

Table 1: 选型信息

| P/N     | 规格型号            | IMU 阵列 | 辅助传感器 | 备注 |
|---------|-----------------|--------|-------|----|
| CH010   | IMU/VRU Module  | 1      | -     | 1  |
| CH020   | IMU/VRU Module  | 2      | -     | 1  |
| CH040   | IMU/VRU Module  | 4      | -     | 1  |
| CH040MP | IMU/AHRS Module | 4      | 地磁+气压 | 1  |

**Note1:** 所有型号默认全温温补，仅 1.5.4 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                             | 备注 |
|-------------|-----------------|-----------------------------------------|----|
| CH010       | IMU/VRU Module  | 6DoF 5.1°/h 60ug 1 阵列                   | 1  |
| CH020       | IMU/VRU Module  | 6DoF 3.6°/h 42ug 2 阵列                   | 1  |
| CH040       | IMU/VRU Module  | 6DoF 2.5°/h 30ug 4 阵列                   | 1  |
| CH040MP     | IMU/AHRS Module | 6DoF+Magnetic+Pressure 2.5°/h 30ug 4 阵列 | 1  |

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

6.1.1 固件版本

文档所提到的某些功能仅在 1.5.4 及以上版本的固件中支持，详细功能以咨询我们为主。

6.1.2 硬件版本

文档适用于硬件版本为 A2 及以上的模组。版本变更历史如下：

Table 3: 硬件版本变更

| P/N     | 硬件版本 | 变更内容                                          | 备注 |
|---------|------|-----------------------------------------------|----|
| CH010   | A0   | 初始版本                                          |    |
|         | A1   | 调整屏蔽罩引脚                                       |    |
|         | A2   | A1 版本的保留引脚变为 IO 备用，屏蔽罩加入了二维码 SN 信息            |    |
| CH020   | A0   | 初始版本                                          |    |
|         | A1   | 调整屏蔽罩引脚                                       |    |
|         | A2   | A1 版本的保留引脚变为 IO 备用，屏蔽罩加入了二维码 SN 信息            |    |
| CH040   | A0   | 初始版本                                          |    |
|         | A1   | 调整屏蔽罩引脚                                       |    |
|         | A2   | A1 版本的保留引脚变为 IO 备用，引出串口 3 备用，屏蔽罩加入了二维码、SN 等信息 |    |
| CH040MP | A0   | 初始版本                                          |    |
|         | A2   | A0 版本的保留引脚变为 IO 备用，引出串口 3 备用，屏蔽罩加入了二维码、SN 等信息 |    |

6.2 文档版本信息

Table 4: 文件版本

| 版本  | 日期               | 作者     | 变更内容                       |
|-----|------------------|--------|----------------------------|
| 1.0 | 2024 年 4 月 23 日  | Hipnuc | 初始版本                       |
| 1.1 | 2024 年 7 月 15 日  | Hipnuc | 更改产品引脚说明以及接线方式             |
| 1.2 | 2024 年 7 月 17 日  | Hipnuc | 更改多功能 IO 引脚的复用说明，以及规格书样式   |
| 1.3 | 2024 年 10 月 22 日 | Hipnuc | 变更 9.1，9.4 的 F1 型号与规格      |
| 1.4 | 2024 年 10 月 25 日 | Hipnuc | 变更推荐封装尺寸                   |
| 1.5 | 2024 年 11 月 21 日 | Hipnuc | 变更 7.14 产品尺寸，以及 9.2 同步信号说明 |

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 CH0X0-EVK 用户手册与设计文件
- 4. CE/RoHS 等认证文件
- 5. GUI 上位机与参考例程
- 6. CH0X0 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，陀螺仪量程 2000°/s，加速度计量程 12g，地磁量程 2Gauss，测试样品为 8Pcs。

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    | 2KV      | 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       |               | 3.2 | -    | 5.5  | V    |      |
| 功耗         | CH010         |     |      | 160  | mW   |      |
|            | CH020         |     |      | 205  |      |      |
|            | CH040/CH040MP |     |      | 305  |      |      |
| 工作温度       |               | -40 | -    | 85   | ℃    |      |
| 陀螺仪量程      |               | 125 | 2000 | 2000 | °/s  | 1    |
| 加速度计量程     |               | 3   | 12   | 24   | g    | 1    |
| 启动时间       |               |     |      | 2    | s    | 2    |

**Note1:** 如需配置其他量程，可以参考指令与编程手册进行配置

**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<br>Low | 2.0  | 3.3    | 3.6<br>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<br>Low | 2.0  | 3.3    | 3.6<br>0.6 | V    |      |
| NRST(RESET) | 逻辑电压       | High<br>Low | 2.0  | 3.3    | 3.6<br>0.6 | V    |      |
|             | 复位时间       |             | 140  |        |            | ms   |      |
| IO          | 逻辑电压       | High<br>Low | 2.0  |        | 0.6        | V    |      |
|             | 延时(触发功能)   | 从触发生成到数据传输  |      |        | 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         |                   |               |       | 2000  |       | °/s   |      |
| 分辨率        |                   |               |       | 16bit |       |       |      |
| 比例因子       | 100°/s            | CH010         |       | <600  | 800   | ppm   | 1    |
|            |                   | CH020         |       | <500  | 750   |       |      |
|            |                   | CH040/CH040MP |       | <280  | 350   |       |      |
| 非线性        | 最佳拟合直线 Fs=2000°/s |               | -0.05 | -     | 0.05  | %Fs   | 2    |
| 3dB 带宽     |                   |               |       | 116   |       | Hz    |      |
| 采样率        |                   |               |       | 1000  |       | Hz    |      |
| 零偏不稳定性     | Allan Variance    | CH010         |       | 5.1   |       | °/h   | 3    |
|            |                   | CH020         |       | 3.6   |       |       |      |
|            |                   | CH040/CH040MP |       | 2.5   |       |       |      |
| 零偏重复性      | Allan Variance    | CH010         |       | 0.09  |       | °/s   | 3    |
|            |                   | CH020         |       | 0.07  |       |       |      |
|            |                   | CH040/CH040MP |       | 0.05  |       |       |      |
| 角度随机游走     | Allan Variance    | CH010         |       | 0.6   |       | °/√h  | 3    |
|            |                   | CH020         |       | 0.42  |       |       |      |
|            |                   | CH040/CH040MP |       | 0.3   |       |       |      |
| 零偏全温变化     | 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,用户焊接之后此值会受影响，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: 测试样品平均值，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 9 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       |                |               |     |       | 10  | mg    | 1    |
| 非线性        | 最佳拟合直线 Fs=3g   |               |     | 0.5   |     | %Fs   | 2    |
| 3dB 带宽     |                |               |     | 145   |     | Hz    |      |
| 采样率        |                |               |     | 1600  |     | Hz    |      |
| 零偏不稳定性     | Allan Variance | CH010         |     | 60    |     |       |      |
|            |                | CH020         |     | 42    |     | ug    | 3    |
|            |                | CH040/CH040MP |     | 30    |     |       |      |
| 零偏重复性      | Allan Variance | CH010         |     | 2.52  |     |       |      |
|            |                | CH020         |     | 1.8   |     | mg    | 3    |
|            |                | CH040/CH040MP |     | 1.5   |     |       |      |
| 随机游走       | Allan Variance | CH010         |     | 0.08  |     |       |      |
|            |                | CH020         |     | 0.06  |     | m/s√h | 3    |
|            |                | CH040/CH040MP |     | 0.04  |     |       |      |
| 零偏全温变化     | -40-85℃        |               |     | 1     | 2.5 | mg    | 4    |

- Note1:** 用户焊接之后此数值会有变化，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:** 测试样品平均值，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℃/min，详细数据参考 Figure 9 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         |              |     | 2     | 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%    |      |

7.7 气压计

Table 11: 气压计参数

| Parameters | Condition | Min | Nom     | Max  | Unit | Note |
|------------|-----------|-----|---------|------|------|------|
| 量程         |           | 300 | -       | 1200 | hPa  |      |
| 分辨率        |           |     | ± 0.006 |      | hPa  |      |
| 采样率        |           |     | 64Hz    |      |      |      |
| 精度         |           |     | ± 0.06  |      | hPa  |      |

# 7.8 温度传感器

Table 12: 温度传感器参数

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

# 7.9 Allan 方差曲线

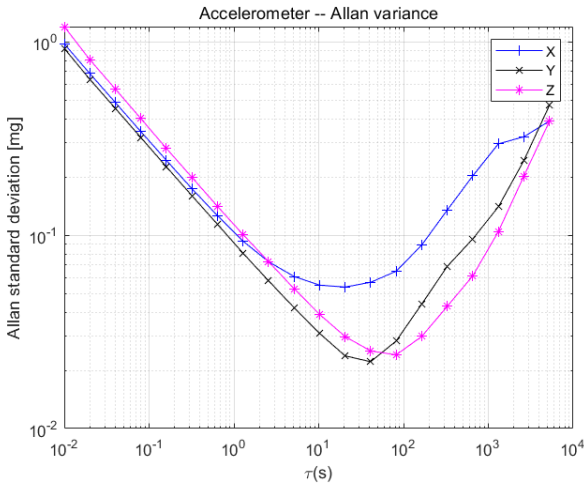


Figure3: CH010 Accelerometer Allan Variance

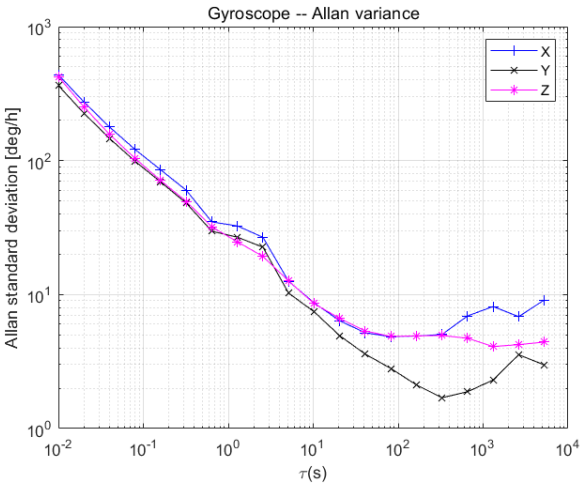


Figure4: CH010 Gyroscope Allan Variance

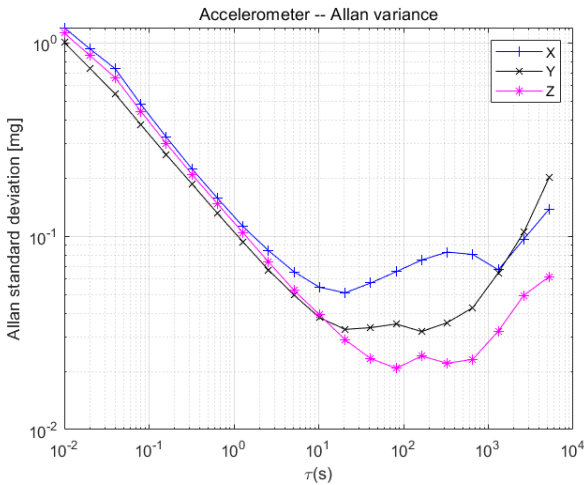


Figure5: CH020 Accelerometer Allan Variance

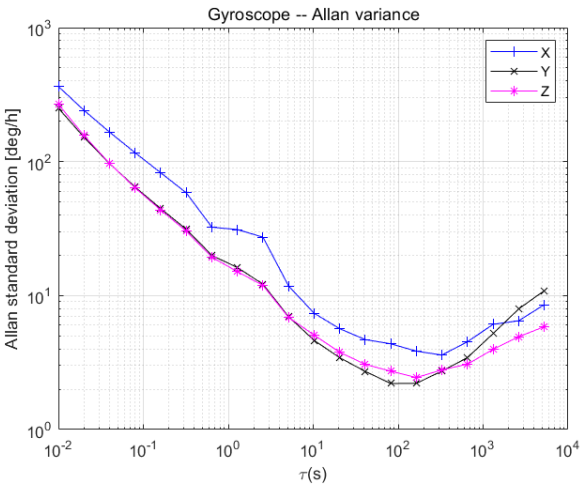


Figure6: CH020 Gyroscope Allan Variance

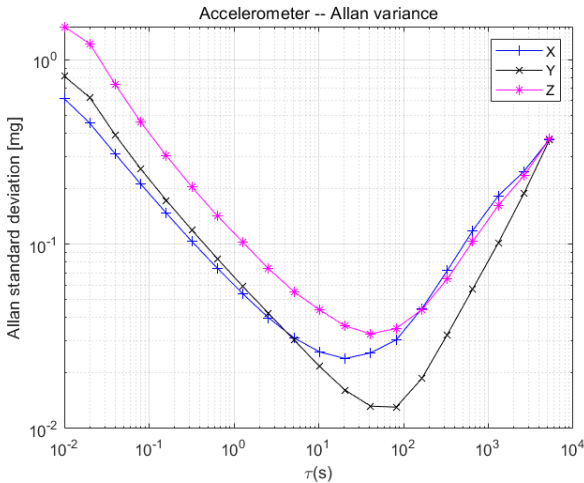


Figure7: CH040 Accelerometer Allan Variance

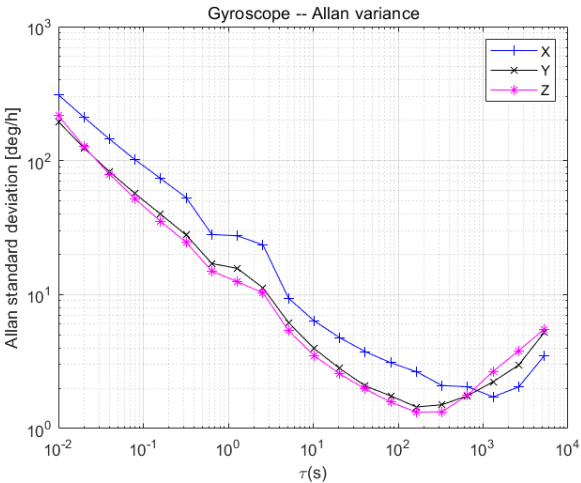


Figure8: CH040 Gyroscope Allan Variance

7.10 温补曲线

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

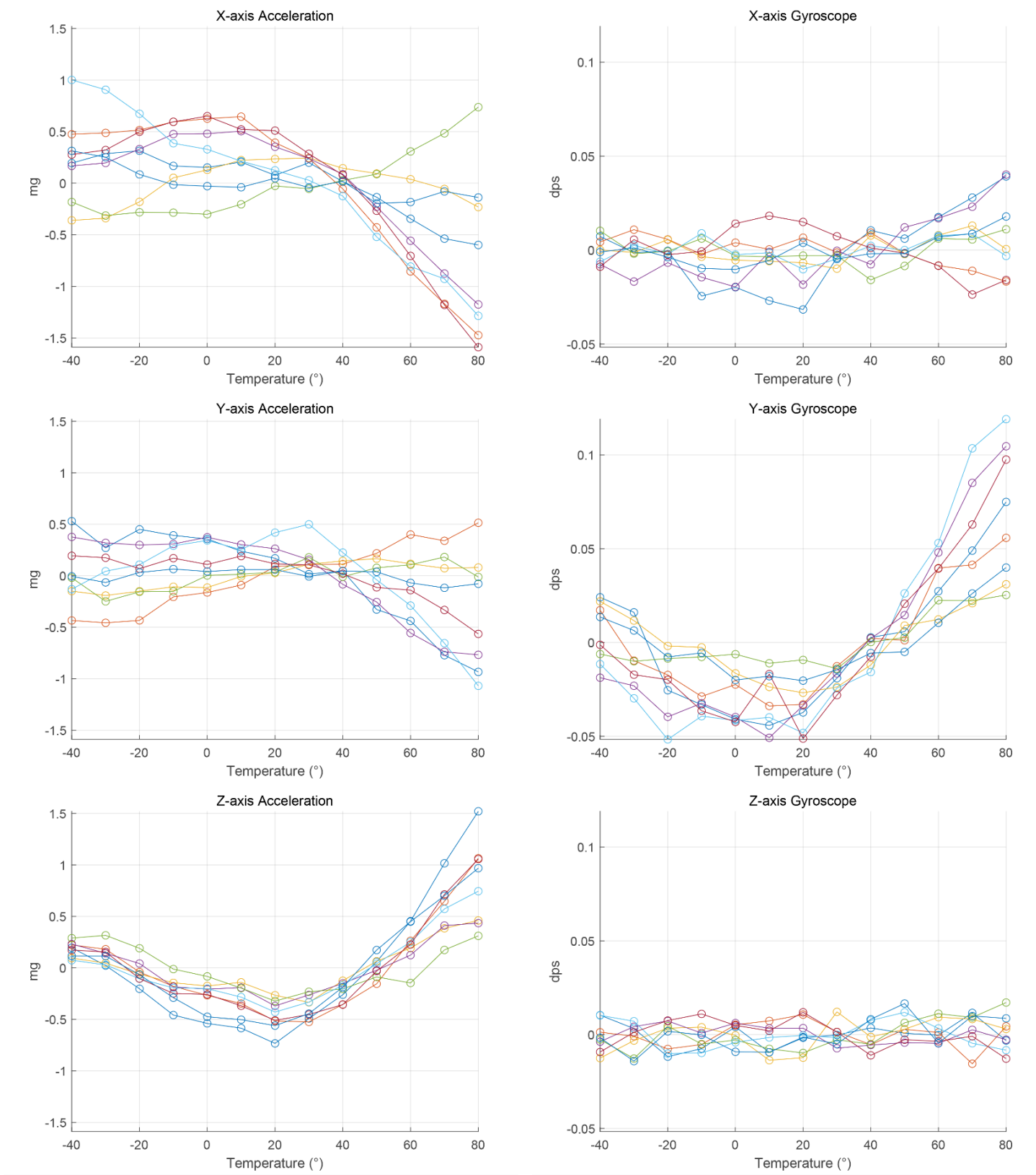


Figure9: Accelerometer and Gyroscope Temperature Compensated Curve

7.11 融合参数

Table 13: 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 14: 姿态角精度

| Parameters    | Condition | Product       | Min | Nom | Max | Unit | Note |
|---------------|-----------|---------------|-----|-----|-----|------|------|
| 俯仰/横滚(静态)     |           |               |     | 0.1 | 0.2 | °    | 1    |
| 俯仰/横滚(动态)     |           |               |     | 0.1 | 0.2 | °    | 1    |
| 航向角静态漂移(6DOF) | 静止 2h     |               |     | 0.1 | 0.2 | °    | 2    |
| 航向角动态漂移(6DOF) |           | CH010         |     | 9   |     |      |      |
|               |           | CH020         |     | 7   |     | °    | 3    |
|               |           | CH040/CH040MP |     | 5   |     |      |      |
| 航向角磁辅助(AHRS)  |           | CH040MP       |     | 2   | 3   | °    | 4    |
| 航向角旋转误差(6DOF) | 100°/s 旋转 | CH010         |     |     | 3   |      |      |
|               |           | CH020         |     | <1  | 2.5 | °    | 1,5  |
|               |           | CH040/CH040MP |     |     | 1.3 |      |      |

Note1: 焊接之后会受影响，具体以实际为准

Note2: 模块水平静止 2h

Note3: 模块在室内清洁机器人上运动 1h 测得。1σ

Note4: 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

Note5: 转台连续旋转 10 圈，航向角累积误差

7.13 机械与环境参数

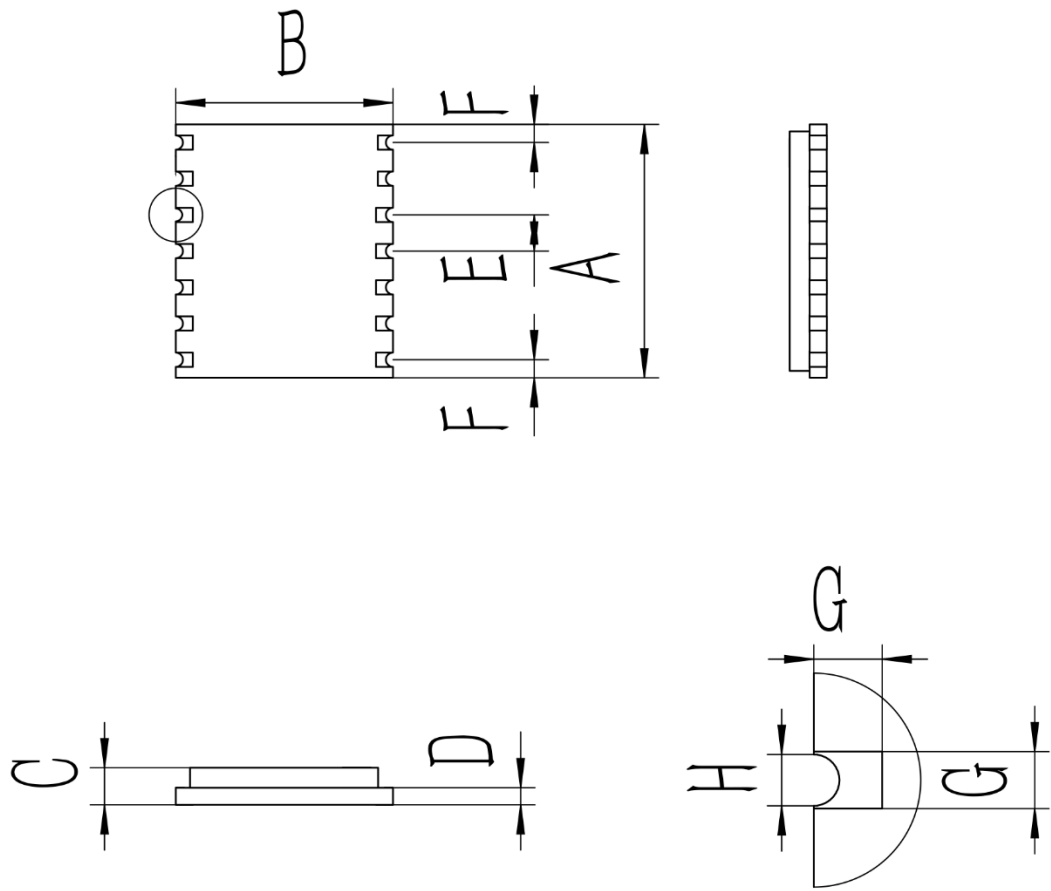
Table 15: 机械与环境参数

| Parameters | Product       | Value                             |
|------------|---------------|-----------------------------------|
| 尺寸         | CH010/CH020   | 17.78X15.24X2.7mm                 |
|            | CH040/CH040MP | 25X20X2.7mm                       |
| 重量         | CH010/CH020   | <1.6g                             |
|            | CH040/CH040MP | <2.5g                             |
| 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                |
| CE         |               | 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       |

7.14 产品尺寸

All Dimensions in mm units.

7.14.1 CH010/CH020 机械尺寸



7.14.2 CH010/CH020 尺寸数据表

| Symbol | Min(mm) | Typ(mm) | Max(mm) |
|--------|---------|---------|---------|
| A      | 17.58   | 17.78   | 17.98   |
| B      | 15.04   | 15.24   | 15.44   |
| C      | 2.7     | 2.8     | 2.9     |
| D      | 1.1     | 1.2     | 1.3     |
| E      | 2.44    | 2.54    | 2.64    |
| F      | 1.07    | 1.27    | 1.47    |
| G      | 1.1     | 1.2     | 1.3     |
| H      | 0.85    | 0.9     | 0.95    |

7.14.3 CH010/CH020 推荐的封装尺寸

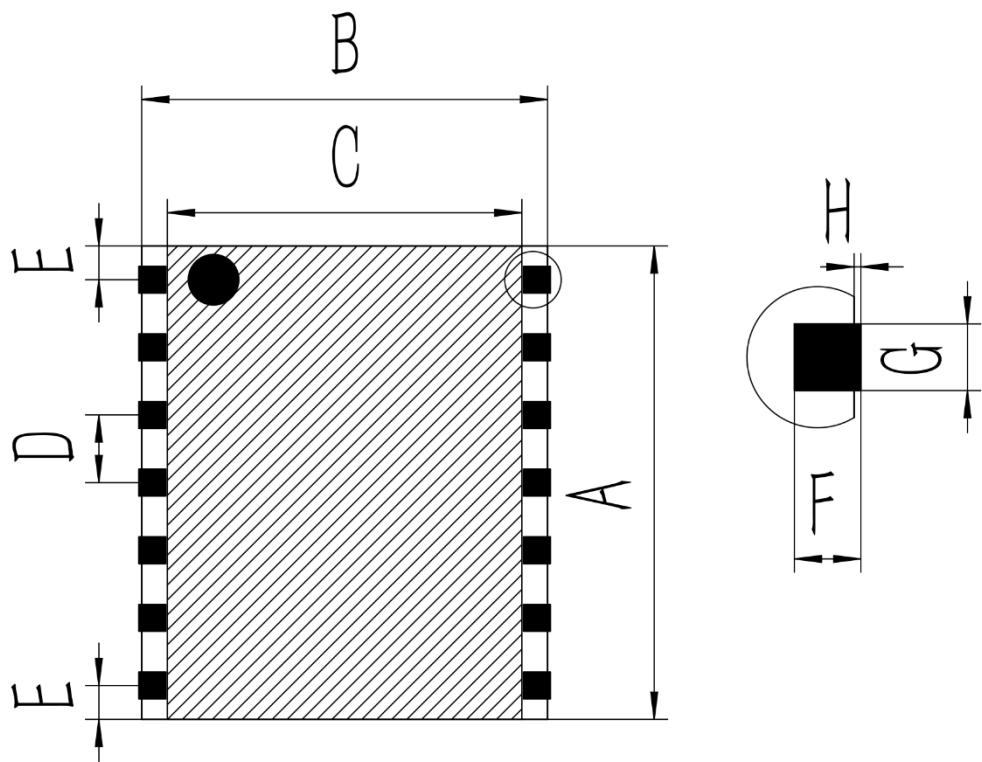


Figure11: CH010/CH020 recommended PCB footprint

**Note1:** 阴影区域内静止覆铜与走线

7.14.4 CH010/CH020 推荐的封装尺寸数据表

| Symbol | Min(mm) | Typ(mm) | Max(mm) |
|--------|---------|---------|---------|
| A      |         | 17.78   |         |
| B      |         | 15.24   |         |
| C      |         | 13.0    |         |
| D      |         | 2.54    |         |
| E      |         | 1.27    |         |
| F      |         | 1.4     |         |
| G      |         | 1.2     |         |
| H      |         | 0.38    |         |

7.14.5 CH010/CH020 引脚定义

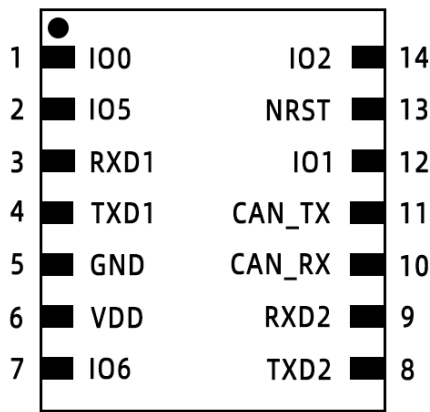


Figure12: CH010/CH020 Pin Name

Table 16: CH010/CH020 引脚描述

| Pin Number | Pin Name        | Type  | Functional                            | Note |
|------------|-----------------|-------|---------------------------------------|------|
| 1          | IO0             | I/O   | 保留 悬空                                 |      |
| 2,7,12,14  | IO5,IO6,IO1,IO2 | I/O   | PMUX1 SYNC_IN 同步输入/PPS 输入，不用可悬空       | 1    |
|            |                 |       | 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          | RXD1            | I     | 模块 UART1 接收                           | 2    |
| 4          | TXD1            | O     | 模块 UART1 发送                           |      |
| 5          | GND             | POWER | GND                                   |      |
| 6          | VDD             | POWER | 电源输入 3.3-5V                           |      |
| 8          | TXD2            | O     | 模块 UART2 发送 当前需悬空                     |      |
| 9          | RXD2            | I     | 模块 UART2 接收 当前需悬空                     |      |
| 10         | CAN_RX          | I     | CAN_RX                                | 3    |
| 11         | CAN_TX          | O     | CAN_TX                                |      |
| 13         | NRST            | I     | 复位引脚,低电平复位模块。无需外接阻容，建议连接主机的 GPIO，也可悬空 |      |

**Note1:** 多功能 IO 引脚，默认功能参考 Table18，详细说明参考编程手册

**Note2:** UART1 主要用于数据传输以及配置模块

**Note3:** 如果需要使用 CAN 功能需外接 CAN 收发器，比如：TJA1044GT/3Z

7.14.6 CH040/CH040MP 机械尺寸

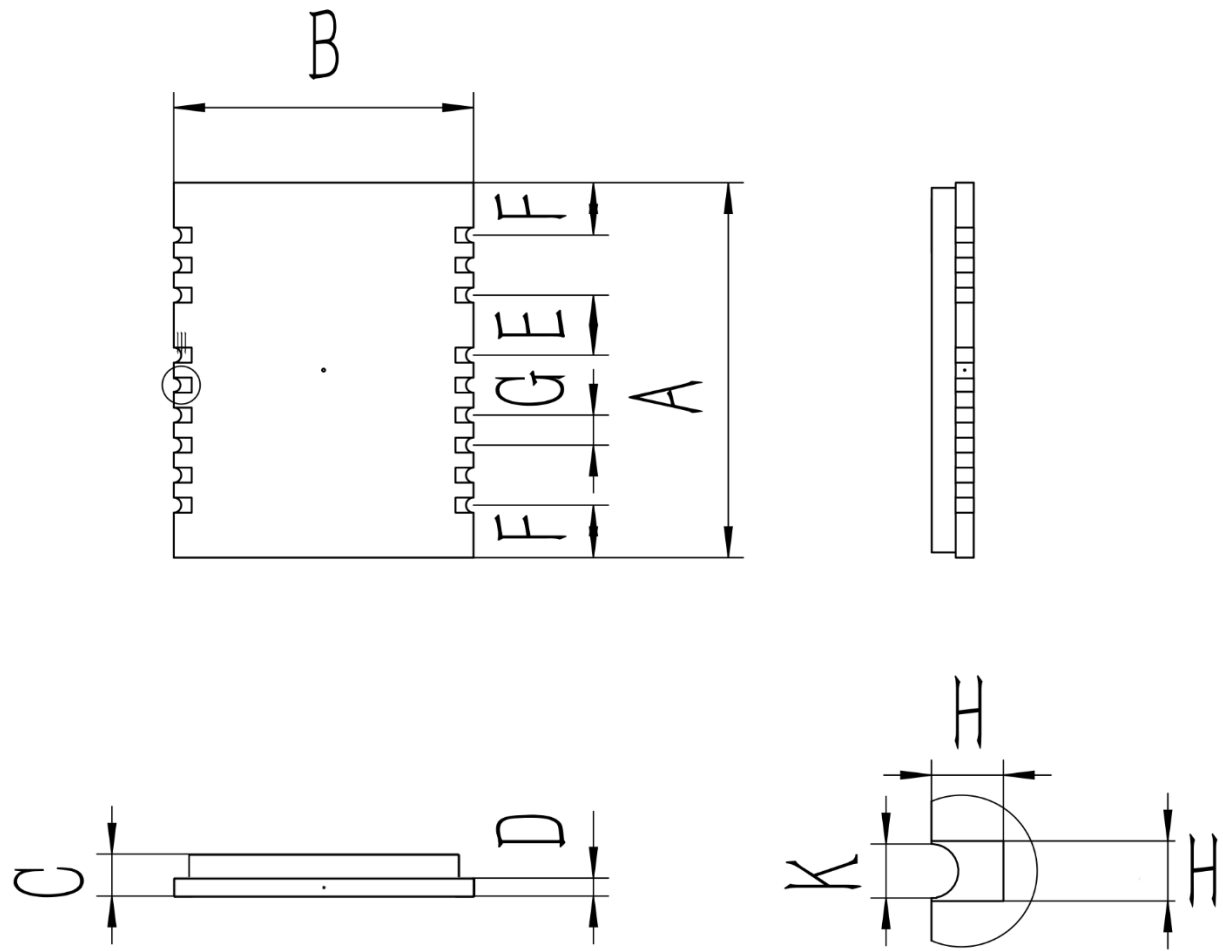


Figure13: CH040/CH040MP mechanical specifications

7.14.7 CH040/CH040MP 机械尺寸数据表

| Symbol | Min(mm) | Typ(mm) | Max(mm) |
|--------|---------|---------|---------|
| A      | 24.8    | 25      | 25.2    |
| B      | 19.8    | 20      | 20.2    |
| C      | 2.5     | 2.6     | 2.7     |
| D      | 0.9     | 1       | 1.1     |
| E      | 3.9     | 4       | 4.1     |
| F      | 3.3     | 3.5     | 3.7     |
| G      | 1.9     | 2       | 2.1     |
| H      | 1.1     | 1.2     | 1.3     |
| K      | 0.85    | 0.9     | 0.95    |

7.14.8 CH040/CH040MP 推荐的封装尺寸

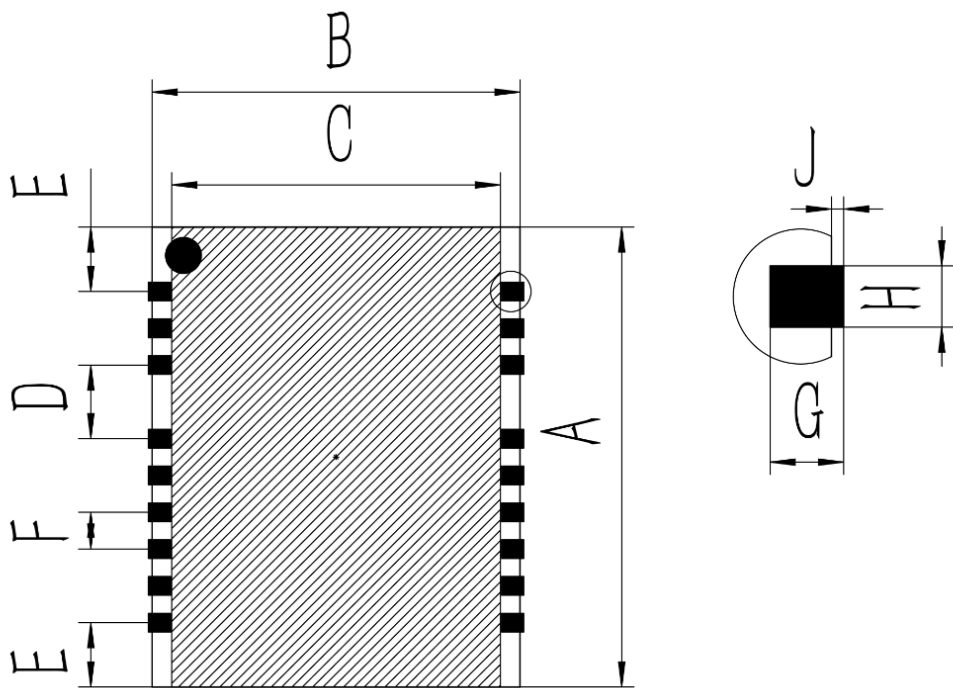


Figure14: CH040/CH040MP recommended PCB footprint

Note1: 阴影区域内静止覆铜与走线

7.14.9 CH040/CH040MP 推荐的封装尺寸数据表

| Symbol | Min(mm) | Typ(mm) | Max(mm) |
|--------|---------|---------|---------|
| A      |         | 25      |         |
| B      |         | 20      |         |
| C      |         | 18.6    |         |
| D      |         | 4       |         |
| E      |         | 3.5     |         |
| F      |         | 2       |         |
| G      |         | 1.4     |         |
| H      |         | 1.2     |         |
| J      |         | 0.4     |         |

7.14.10 CH040/CH040MP 引脚定义

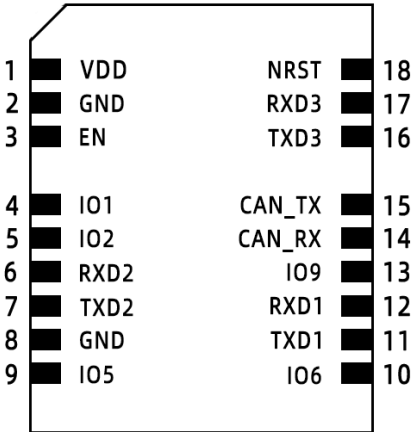


Figure15: CH040/CH040MP Pin Name

Table 17: CH040/CH040MP 引脚描述

| Pin Number | Pin Name        | Type  | Description                         | Note |
|------------|-----------------|-------|-------------------------------------|------|
| 1          | VDD             | POWER | 电源输入 3.3-5V                         |      |
| 2          | GND             | POWER | GND                                 |      |
| 3          | EN              | I     | 使能引脚，高电平有效，内部上拉，关闭模块可以将 EN 拉低，不用可悬空 |      |
| 4,5,9,10   | IO1,IO2,IO5,IO6 | I/O   | PMUX1 SYNC_IN 同步输入/PPS 输入，不用可悬空     | 1,   |
|            |                 |       | 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            |      |
| 6          | RXD2            | I     | 模块 UART2 接收 当前需悬空                   |      |
| 7          | TXD2            | O     | 模块 UART2 发送 当前需悬空                   |      |
| 8          | GND             | POWER | GND                                 |      |
| 11         | TXD1            | O     | 模块 UART1 发送                         | 2    |
| 12         | RXD1            | I     | 模块 UART1 接收                         |      |
| 13         | IO9             | I/O   | 保留悬空                                |      |
| 14         | CAN_RX          | I     | CAN_RX                              | 3    |
| 15         | CAN_TX          | O     | CAN_TX                              |      |
| 16         | TXD3            | O     | 模块 UART3 发送 当前需悬空                   |      |
| 17         | RXD3            | I     | 模块 UART3 接收 当前需悬空                   |      |
| 18         | NRST            | I     | 复位引脚,低电平复位模块，不用可悬空                  |      |

Note1: 多功能 IO 引脚，详细说明参考编程手册

Note2: UART1 主要用于数据传输以及配置模块

Note3: 如果需要使用 CAN 功能需外接 CAN 收发器，比如：TJA1044GT/3Z

Table 18: 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：

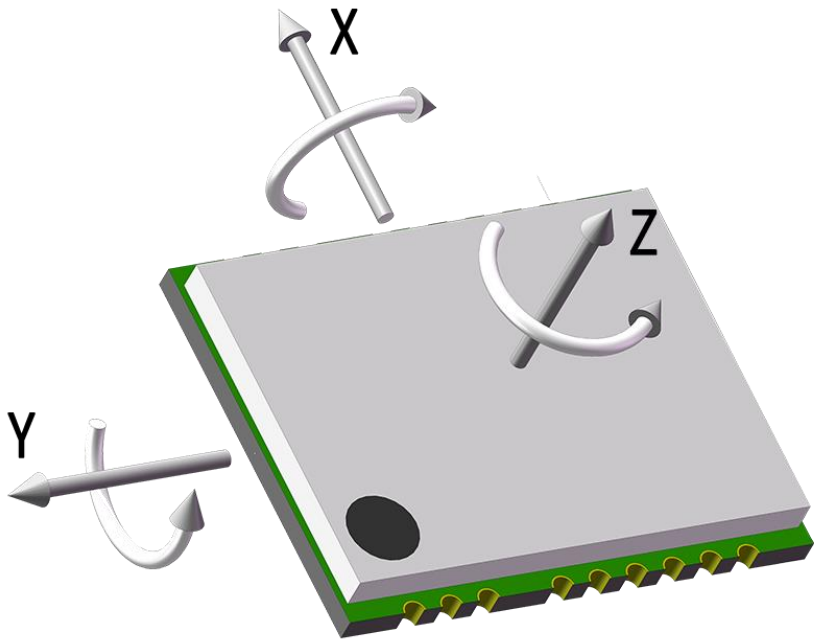


Figure16: CH0X0 Coordinate System

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 19: CH0X0 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

CH0x0 系列内置 LDO 以及电源滤波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。

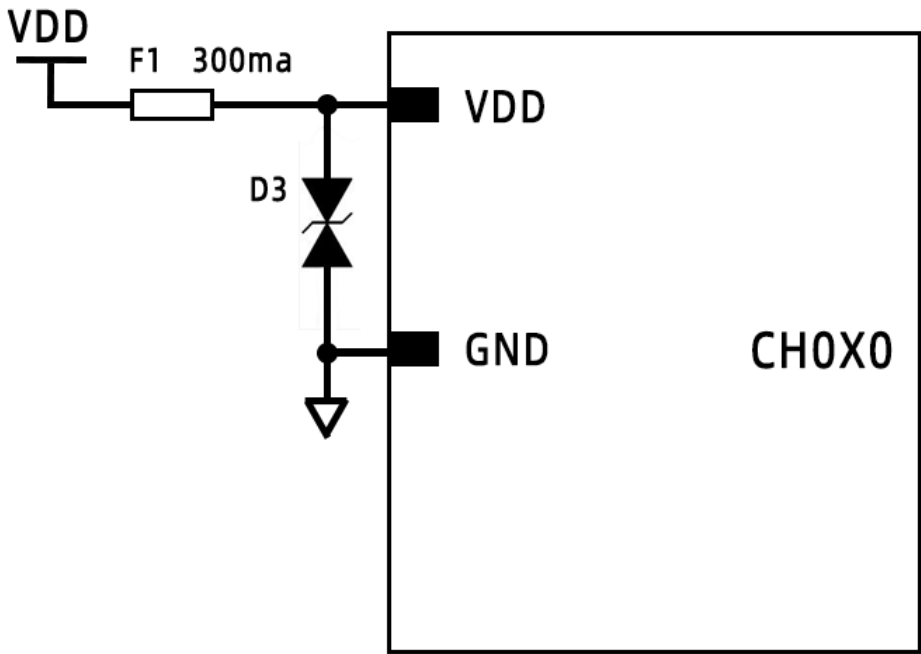


Figure17: CH0X0 电源参考电路

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

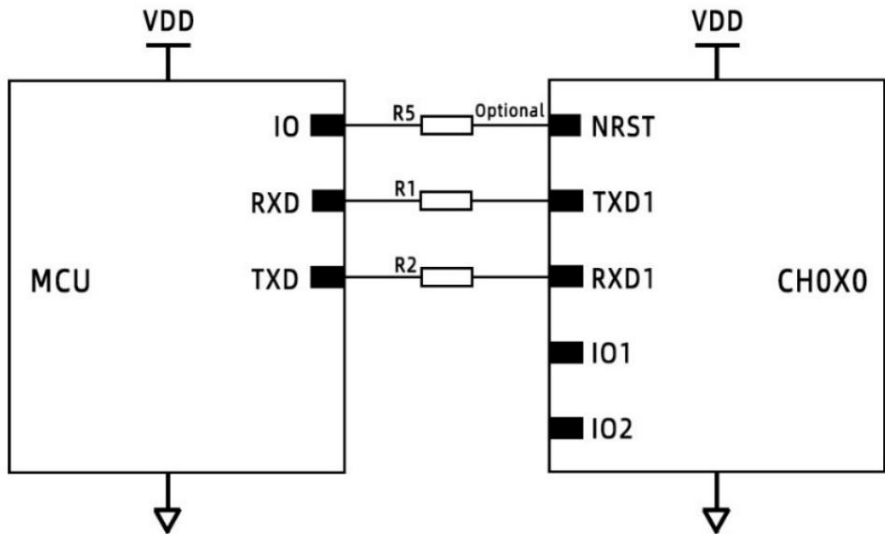


Figure18: CH0X0 串口通信参考电路图

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。

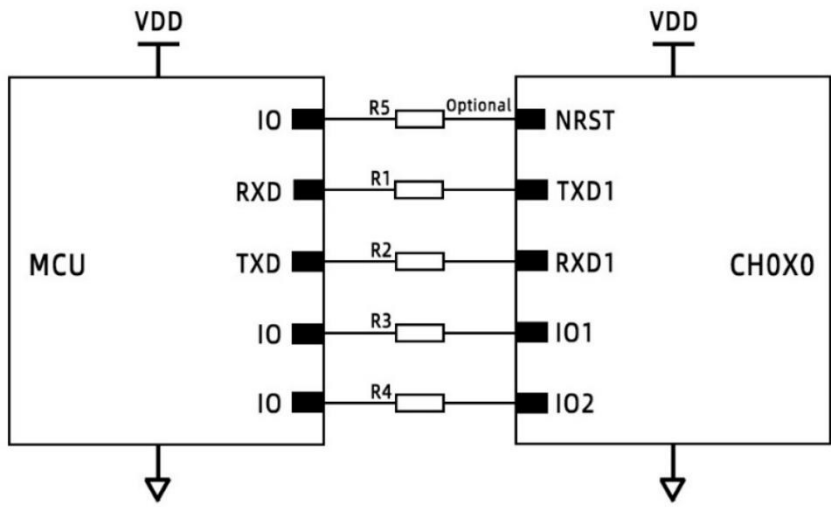


Figure19: CH0X0 串口通信不带同步

**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。推荐用户使用此种方式与主机进行数据同步

9.2.3 串口通信(IMU 与外部系统同步)

CH0X0 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。

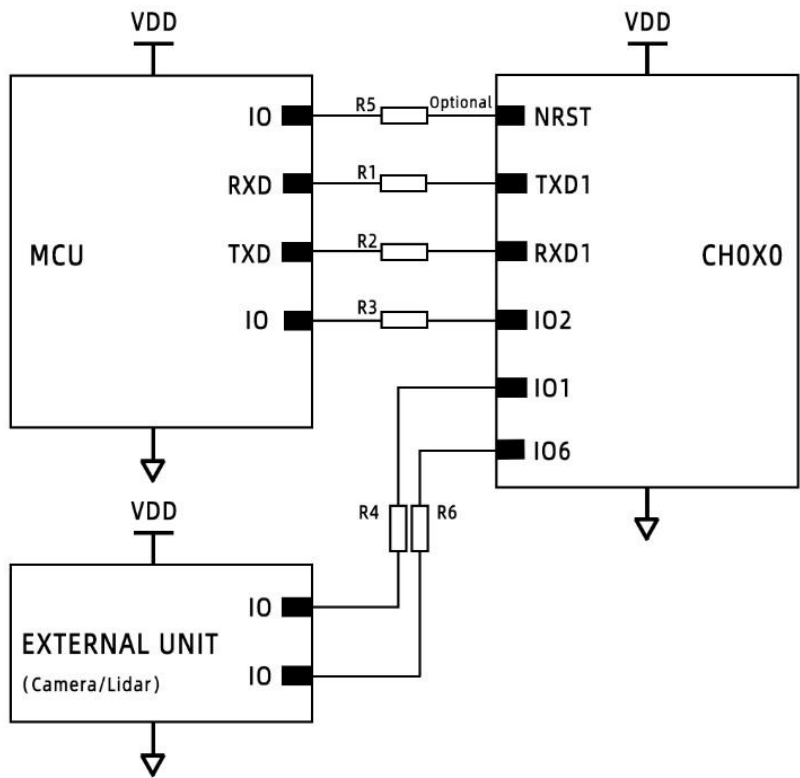


Figure20: CH0X0 串口通信带外部系统同步 1

**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 应处于同步输出功能(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

**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

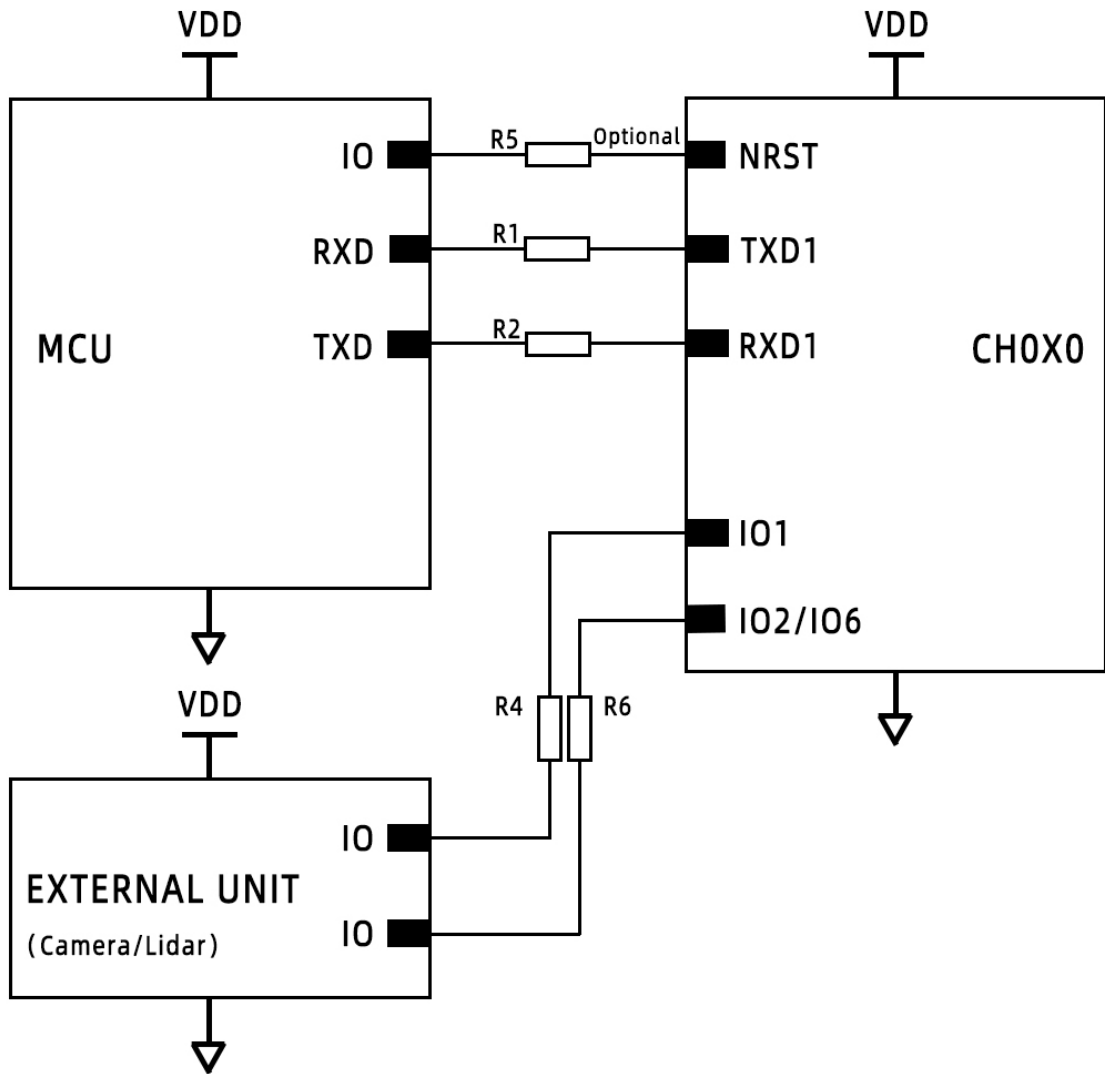
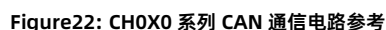


Figure21: CH0X0 串口通信带外部系统同步 2

**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，也可以接收用户的 PPS 脉冲，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。



## 9.4 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            | TWGMC  |
| Resistor     | R1,R2,R3,R4,R5,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

CH0X0 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 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

10.2 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      | ±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      | ±2    | 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,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

### 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,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。

#### 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。详情参考指令与编程手册

**Note1:** IMU 与外部同步系统需要共地

13 焊接与安装

13.1 焊接曲线

推荐的焊接曲线如下图，峰值温度高达 250°C,一般不建议用户手工焊接模块，会对模块精度产生影响。

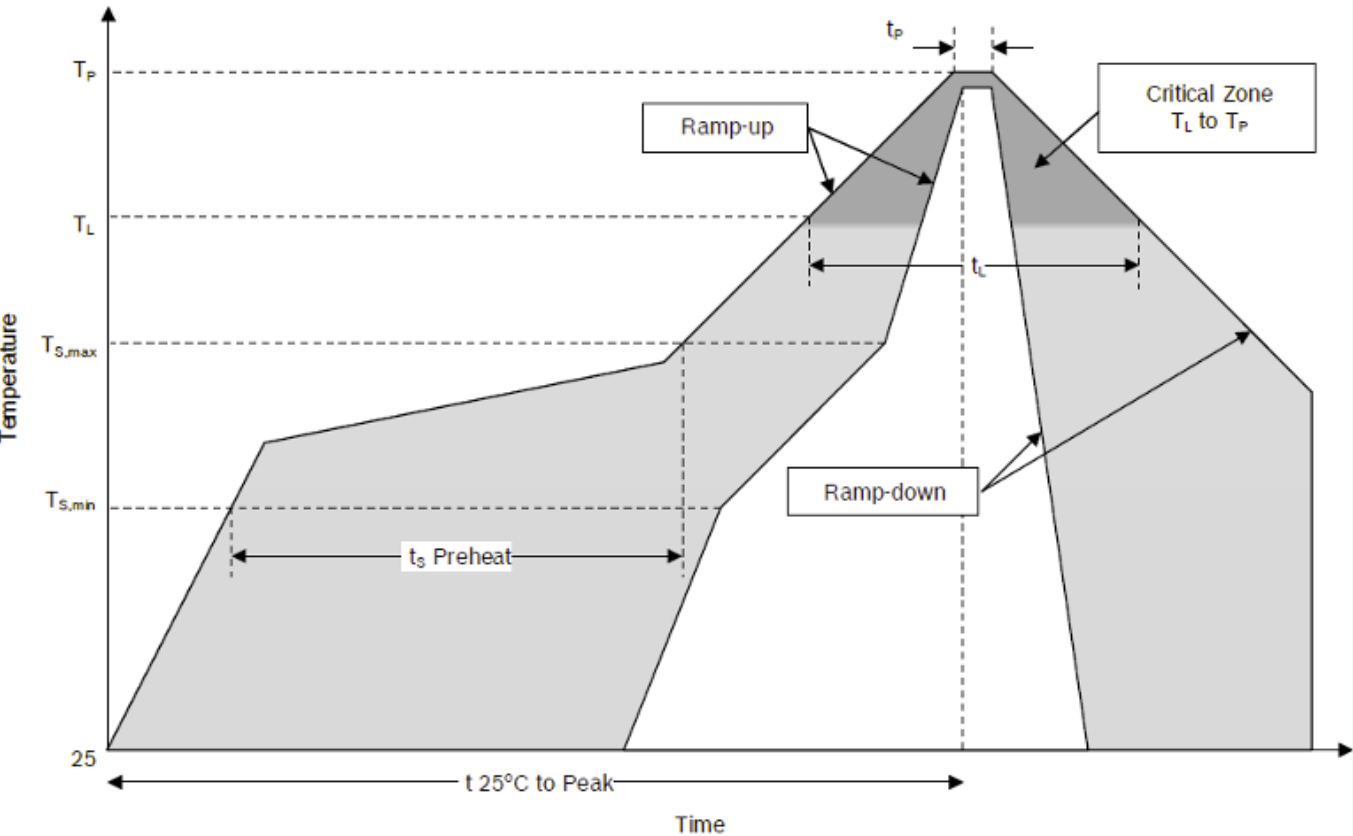


Figure23: SMT 温度曲线

Table 23: 焊接曲线参数说明

| 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    |

### 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

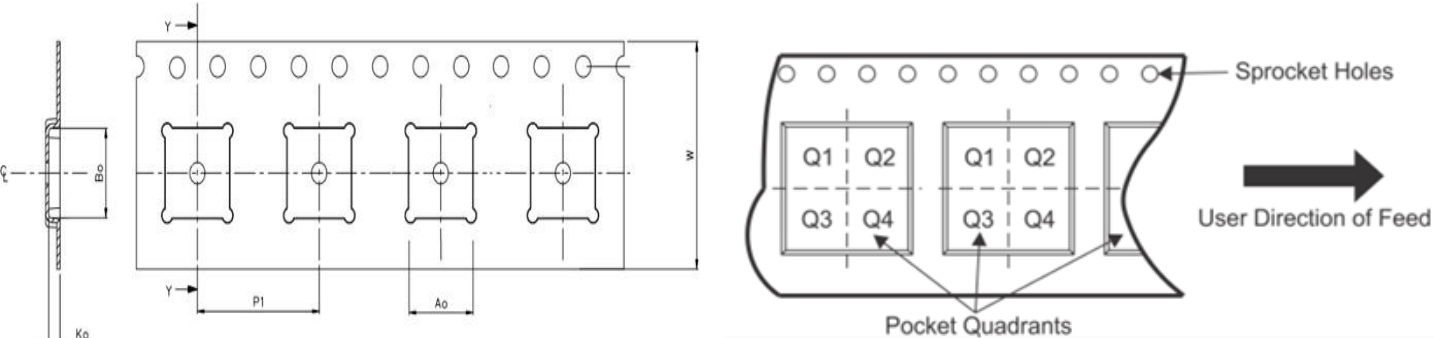


Figure24: Tape Dimension and pin 1

Table 24: Tape Dimension Information

| Device        | A0(mm) | B0(mm) | K0(mm) | P1(mm) | W(mm) |
|---------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| CH010/CH020   | 16.5   | 20     | 3.5    | 20     | 32    |
| CH040/CH040MP | 23     | 28     | 3.5    | 28     | 44    |

14.2 Reel Dimension

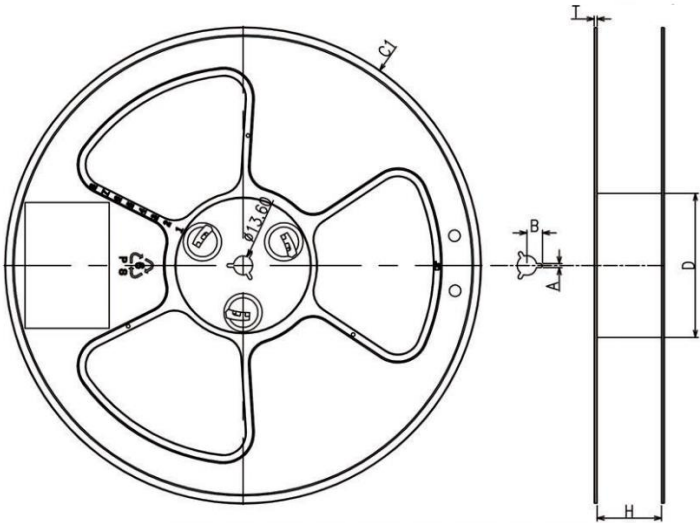


Figure25: Reel Dimension

Table 25: Reel Dimension Information

| Device        | SPQ(PCS) | Reel Diameter C1(mm) | Reel Width H(mm) | A(mm) | B(mm) | T(mm) | D(mm) |
|---------------|----------|----------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|
| CH010/CH020   | 1000     | 330                  | 32.8             | 2.5   | 11    | 2.0   | 100   |
| CH040/CH040MP | 500      | 330                  | 44.8             | 2.5   | 11    | 2.0   | 100   |

14.3 装箱方式

CH0X0 系列采用标准的纸箱包装

Table 26: 装箱

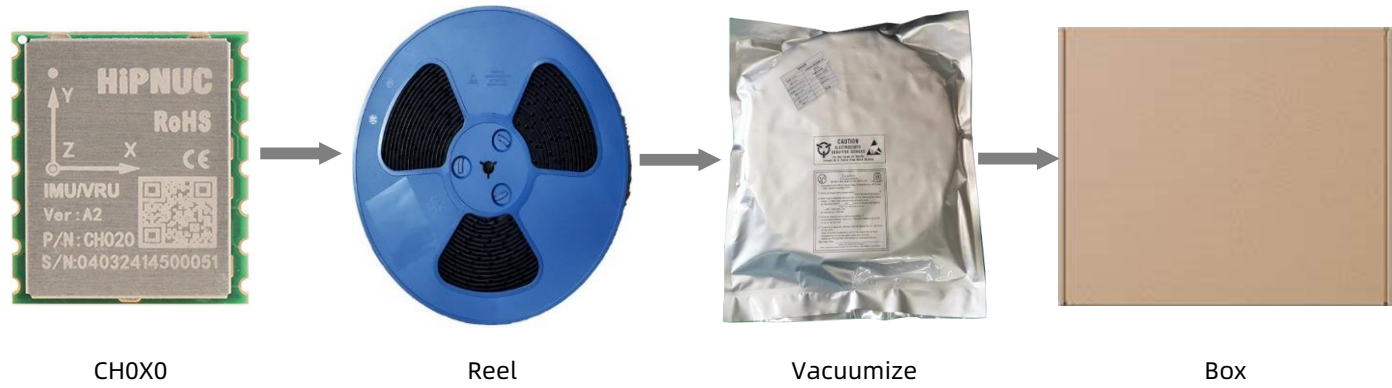


Table 27: 纸箱尺寸

| Device        | SPQ(PCS) | L(mm) | W(mm) | H(mm) |
|---------------|----------|-------|-------|-------|
| CH010/CH020   | 1000     | 360   | 360   | 40    |
| CH040/CH040MP | 500      | 360   | 360   | 55    |