# 1 特性

## 1.1 硬件

- 高性能阵列 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高达 2.5°/h
- 加速度计零偏不稳定性高达 30ug
- RS-232/RS-422/CAN 等多种接口
- 小体积表贴封装,易于集成
- RoHS、CE、IP68 认证(申请中)
- 全星座、全频点 RTK-GNSS 系统,双天线测向

## 1.2 软件

- 自适应扩展卡尔曼融合算法,高达 100Hz 输出,低延时
- 双天线定向 0.2° 1m 基线
- 对线性加速度有出色的抑制作用
- 授时精度 20ns
- 单点定位 1.5m
- RTK 定位精度 1cm
- 速度精度 0.03m/s
- 冷启动时间<30s
- 热启动时间<2s
- 支持二进制、NMEA、J1939 等多种协议
- 丰富的用户配置指令
- 多功能 GUI,方便操作
- 支持 ROS、C 等多种例程

# 2 应用

- 室外低速无人驾驶
- 无人船
- 动中通
- 农业机械
- 巡检机器人

# 3 描述

## 3.1 产品外观

**Figure1: HI32**

## 3.2 系统框图

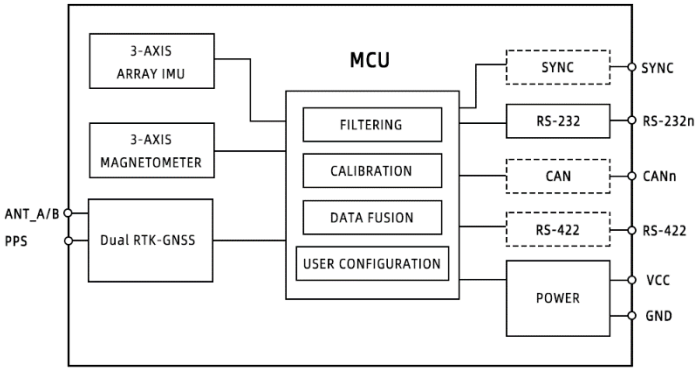


**Figure2: Functional Block Diagram**

**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

HI32 组合导航系统集成了高性能惯性测量单元(IMU)和功能强大的双天线、全频段、全频点 RTK GNSS 接收机,凭借领先的算法和集成方面的专长。我们将 IMU 和 GNSS 数据融合,即使在 GNSS 信号失锁的环境中仍能为您的应用提供准确、实时的位置、速度、姿态、授时等信息。

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。

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

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

# 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 ..... 8
7.5 加速度计 ..... 9
7.6 磁力计 ..... 9
7.7 Allan 方差曲线 ..... 9
7.8 GNSS 参数 ..... 10
7.9 融合参数 ..... 10
7.9.1 融合算法与数据内容 ..... 10
7.9.2 融合精度 ..... 11
7.10 机械与环境参数 ..... 11
7.11 产品尺寸与引脚定义 ..... 12
7.11.1 产品尺寸 ..... 12
7.11.2 引脚定义与线束(1T12 航空插头转 DB9+OPEN MI0) ..... 12
7.11.3 引脚定义与线束(1T12 航空插头转 OPEN MI0) ..... 13
7.11.4 引脚定义与线束(1T12 航空插头转 OPEN MI1) ..... 13
8 坐标系定义与安装 ..... 14

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

8.1 坐标系 ..... 14
8.2 传感器安装 ..... 14
8.3 接线 ..... 15
8.3.1 1T12 航插转 DB9+OPEN ..... 15
8.3.2 1T12 航插转 OPEN ..... 15
8.3.3 DTU ..... 16
9 初始配置 ..... 17
9.1 接口初始配置 ..... 17
9.2 IMU 初始配置 ..... 17
10 通信协议 ..... 18
10.1 串行二进制协议 ..... 18
10.2 CAN ..... 18
11 包装 ..... 19

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved

# 4 产品选型

**Table 1: 选型信息**

| HI32a-b-cde | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 公司标识 | 产品系列 | a-传感器 | b-数据接口 | c-保留 | d-连接器 | e-定制信息 |
| HI | 32 | R6 4XIMU+Magnetic+RTK-GNSS | MI0 | 0 默认 | 0 1T12 航空插头 | 0 默认 |
| | | R7 4XIMU+Magnetic+Dual RTK-GNSS | MI1 | | 1 J30 | 其他 OEM |
| | | | MI2 | | | |

**Note1:** 型号举例 HI32R7-MI0-000

**Note2:** J30 接口需要定制

**Note3:** MI2 接口带有数据同步引脚需要定制

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

# 5 产品订购

## 5.1 订购信息

**Table 2: 订购信息**

| Part Number | Name | Description | 备注 |
|---|---|---|---|
| HI32R6-MI0-000 | RTK-GNSS/INS Module | 单天线 RTK 组合导航模块 1T12 航空连接器 MI0 | |
| HI32R7-MI0-000 | Dual RTK-GNSS/INS Module | 双天线 RTK 组合导航模块 1T12 航空连接器 MI0 | |
| HI32R7-MI1-000 | Dual RTK-GNSS/INS Module | 双天线 RTK 组合导航模块 1T12 航空连接器 MI1 | |
| HI32R7-MI2-000 | Dual RTK-GNSS/INS Module | 双天线 RTK 组合导航模块 1T12 航空连接器 MI2 | |

## 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 2.3.0 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 C5 及以上的模组。版本变更历史如下:

**Table 3: 硬件版本变更**

| 硬件版本 | 变更内容 |
|---|---|
| C5 | 初始版本 |
| C6 | 增加天线供电防护 |

## 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 9 月 6 日 | Hipnuc | 初始版本 |

## 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. *GUI 上位机与参考例程*
4. *HI32 系列测试报告*

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

# 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 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 Vs | 40V | |
| 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 | |
| RX+ or RX- to GND | -0.3V-6V | |
| TX+ or TX- to GND | -12V-12V | |
| SYNC/PPS To GND | -0.3-3.6V | |

## 7.2 正常工作

**Table 6: 正常工作**

| Parameters | Condition | Min | Nom | Max | Unit | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 输入电压 | | 9 | | 36 | V | |
| 功耗 | | | 1.6 | 2 | W | |
| 工作温度 | | -40 | - | 85 | ℃ | |
| 陀螺仪量程 | | 125 | 2000 | 2000 | °/s | 1 |
| 加速度计量程 | | 3 | 6 | 24 | g | 1 |

**Note1:** 如需配置其他量程,可以参考指令与编程手册进行配置

**Table 7: 通信接口功能描述**

| Interface | Description |
|---|---|
| COM 1/RS-422 | 传感器数据输入与输出,传感器配置 |
| COM 2 | 差分数据输入 接 DTU，可配置输出传感器数据 |
| CAN | 传感器数据输入输出 轮速记输入 |

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved

## 7.3 接口参数

**Table 8: 接口参数**

| Interf | Parameters | Condition | Min | Nom | Max | Unit | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| RS-232/RS-422 | 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 | 10 | 100 | Hz | 1 |
| CAN | 波特率 | | 125 | 500 | 1000 | kbps | |
| | 输出帧率 | | - | 10 | 100 | Hz | 1 |
| | 逻辑电压 | High | 2.0 | 3.3 | 3.6 | V | |
| | | Low | | | 0.6 | | |
| PPS SYNC | 逻辑电压 | High | 2.0 | 3.3 | 3.6 | V | |
| | | Low | | | 0.6 | | |

**Note1:** 如需修改波特率，数据帧率，协议等信息参考指令与编程手册

## 7.4 陀螺仪

**Table 9: 陀螺仪参数**

| Parameters | Condition | Product | Min | Nom | | | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 量程 | | | | 2000 | | °/s | |
| 分辨率 | | | | 16bit | | | |
| 比例因子 | 100°/s | | | <280 | 350 | | 1 |
| 非线性 | 最佳拟合直线 Fs=2000°/s | | -0.05 | - | 0.05 | %Fs | 2 |
| 3dB 带宽 | | | | 23 | | Hz | |
| 采样率 | | | | 1000 | | Hz | |
| 零偏不稳定性 | Allan Variance | | | 2.5 | | °/h | 3 |
| 零偏重复性 | Allan Variance | | | 0.05 | | °/s | 3 |
| 角度随机游走 | Allan Variance | | | 0.3 | | °/√h | 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,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 7.8-Allan 方差曲线

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

## 7.5 加速度计

**Table 10: 加速度计参数**

| Parameters | Condition | Product | Min | Nom | Max | Unit | Note |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 量程 | | | | 6 | 24 | 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 | | | | 80 | | Hz | |
| 采样率 | | | | 1600 | | Hz | |
| 零偏不稳定性 | Allan Variance | | | 30 | | ug | 3 |
| 零偏重复性 | Allan Variance | | | 1.5 | | mg | 3 |
| 随机游走 | Allan Variance | | | 0.04 | | m/s√h | 3 |

**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 7.8-Allan 方差曲线

## 7.6 磁力计

**Table 11: 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 Allan 方差曲线

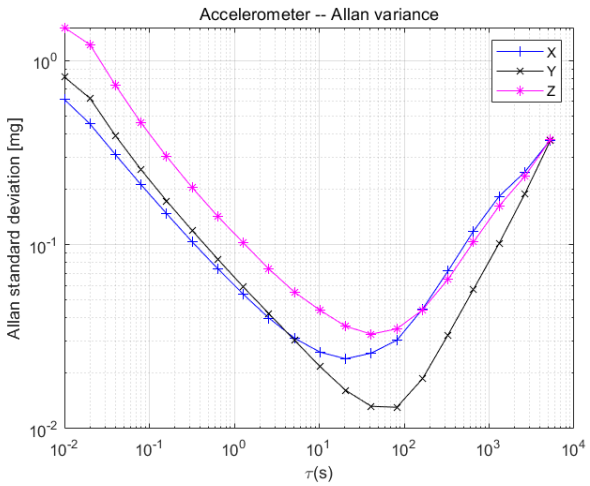


**Figure3: Accelerometer Allan Variance**

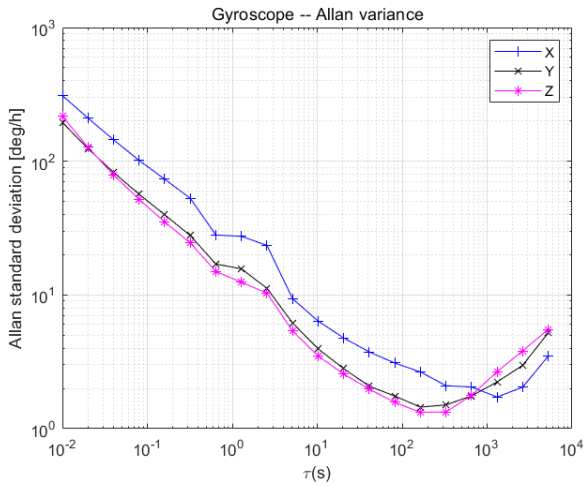


**Figure4: Gyroscope Allan Variance**

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved

## 7.8 GNSS 参数

| Parameters | Description | | Note |
|---|---|---|---|
| 通道 | 1408 通道 | | |
| 星座 | BDS/GPS/GLONASS/Galileo/QZSS | | |
| 频点 | BDS B1I/B2I/B3I<br>GPS L1 C/A/L2P(Y)/L2C/L5<br>Galileo E1/E5a/E5b<br>GLONASS L1/L2 QZSS L1/L2/L5 | | |
| 冷启动 | <30s | | |
| 热启动 | <5s | | 1 |
| 定位精度 | 单点(RMS) | 水平:1.5m<br>高程:2.5m | 2,3 |
| | DGPS(RMS) | 水平:0.4m+1ppm<br>高程:0.8m+1ppm | |
| | RTK(RMS) | 水平:0.8cm+1ppm<br>高程:1.5cm+1ppm | |
| 定向精度(RMS) | 0.2°/1m 基线 | | |
| 授时精度(RMS) | 20ns | | |
| 速度精度(RMS) | 0.03m/s | | 4 |
| 数据更新率 | 20Hz | | |
| 最大速度 | 500m/s | | |
| 最大高度 | 50000m | | |

**Note1:** 断电 10min 内,此数值与系统断电时间长度有关,断电时间过长相当于冷启动

**Note2:** 测试结果受大气条件、基线长度、GNSS 天线类型、多路径、可见卫星数以及卫星几何构型等影响,可能会有偏差

**Note3:** 测量使用 1 公里基线和天线性能良好的接收机,不考虑可能的天线相位中心偏移误差

**Note4:** 开阔天空,无遮挡场景,99% @静态

## 7.9 融合参数

### 7.9.1 融合算法与数据内容

**Table 12: 融合参数**

| Parameters | Description | | Data sources |
|---|---|---|---|
| 数据输出 | COM1/RS-422 | NMEA(GGA/RMC/VTG) | GNSS |
| | | NMEA(SXT) | 组合导航 GNSS-INS |
| | | 二进制协议(HiPNUC) | GNSS/GNSS-INS |
| | CAN | SAE J1939 | GNSS/GNSS-INS |
| 数据内容 | 速度、位置、姿态、时间等信息 | | |
| 融合算法 | EKF | | |
| 外部传感器 | 里程计 DTU 等 | | |


© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

### 7.9.2 融合精度

| Outage duration | Positioning mode | Position accuracy RMS | Velocity accuracy RMS | Attitude accuracy RMS | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Pitch/Roll | Heading |
| 3s | | 3cm | 0.03m/s | 0.15° | 0.1° |
| 10s | RTK and Odometer | 30cm | 0.09m/s | 0.2° | 0.15° |
| 60s | | 5m | 0.25m/s | 0.2° | 0.25° |

**Note1:** GNSS 失锁前处于 RTK 模式,失锁后有里程计介入

## 7.10 机械与环境参数

**Table 13: 机械与环境参数**

| Parameters | Description |
|---|---|
| 尺寸 | 75x70.5x25.2mm |
| 重量 | 180g |
| 外壳材质 | 铝合金 CNC |
| 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 |

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved

## 7.11 产品尺寸与引脚定义

All Dimensions in mm units.

### 7.11.1 产品尺寸

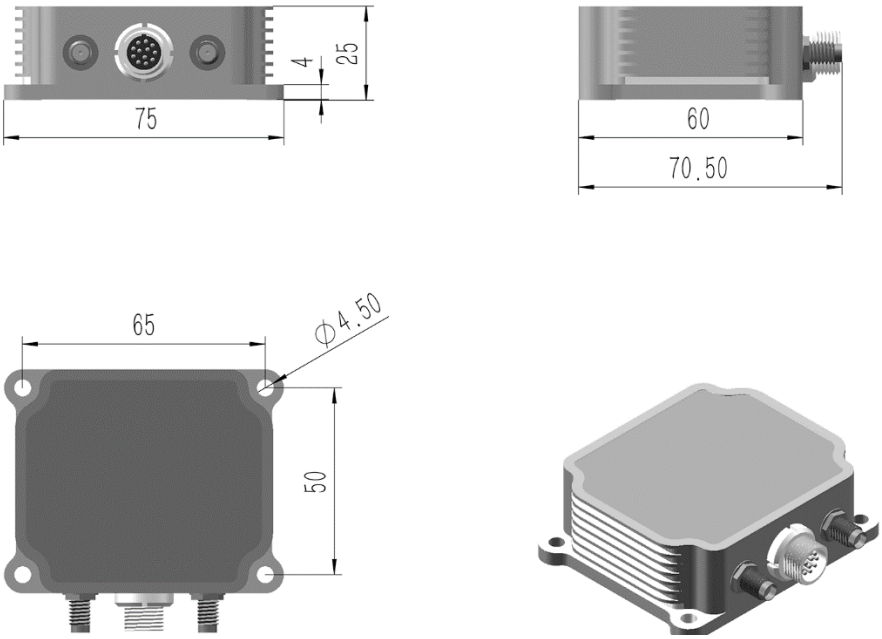


**Figure5: HI32 Mechanical Dimension**

### 7.11.2 引脚定义与线束(1T12 航空插头转 DB9+OPEN MI0)

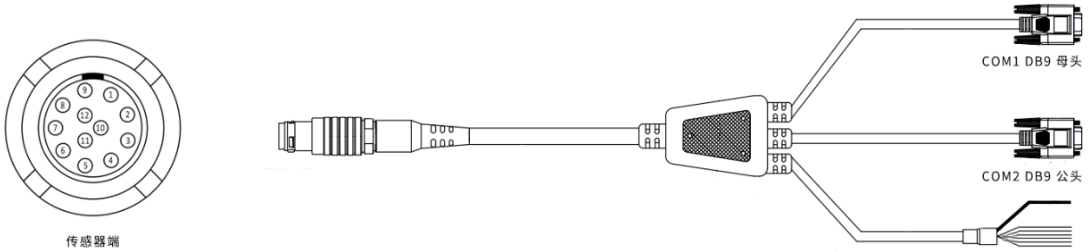


**Figure6: Pin definition**

**Table 14: 引脚描述**

| MI0 | Pin Name | Type | Color | Description | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Vs | POWER | Red | 电源输入 9-36V | OPEN |
| 2 | PGND | POWER | Black | 电源地 | OPEN |
| 3 | SGND | POWER | | 信号地 | COM1 DB9 母头 Pin 5 |
| 4 | RS232-TXD1 | O | | COM1 数据发送 | COM1 DB9 母头 Pin 2 |
| 5 | RS232-RXD1 | I | | COM1 数据接收 | COM1 DB9 母头 Pin 3 |
| 6 | CAN1-H | AIO | Brown | CAN1 High | OPEN |
| 7 | CAN1-L | AIO | PurPle | CAN1 Low | OPEN |
| 8 | SGND | POWER | Yellow | 信号地 | OPEN |
| 9 | PPS | O | Green | 秒脉冲信号 | OPEN |
| 10 | SGND | POWER | | 信号地 | COM2 DB9 公头 Pin 5 |
| 11 | RS232-TXD2 | O | | COM2 数据发送 | COM2 DB9 公头 Pin 3 |
| 12 | RS232-RXD2 | I | | COM2 数据接收 | COM2 DB9 公头 Pin 2 |

**Note1:** PGND 与 SGND 内部相连

**Note2:** 此线束为默认线束

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

### 7.11.3 引脚定义与线束(1T12 航空插头转 OPEN MI0)

**Table 15: 引脚描述**

| MI0 | Pin Name | Type | Color | Description |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vs | POWER | Red | 电源输入 9-36V |
| 2 | PGND | POWER | Black | 电源地 |
| 3 | SGND | POWER | Green | 信号地 |
| 4 | RS232-TXD1 | O | Yellow | COM1 数据发送 |
| 5 | RS232-RXD1 | I | White | COM1 数据接收 |
| 6 | CAN1-H | AIO | Brown | CAN1 High |
| 7 | CAN1-L | AIO | Blue | CAN1 Low |
| 8 | SGND | POWER | Grey | 信号地 |
| 9 | PPS | O | Orange | 秒脉冲信号 |
| 10 | SGND | POWER | Purple | 信号地 |
| 11 | RS232-TXD2 | O | Pink | COM2 数据发送 |
| 12 | RS232-RXD2 | I | Light Green | COM2 数据接收 |

### 7.11.4 引脚定义与线束(1T12 航空插头转 OPEN MI1)

**Table 16: 引脚描述**

| MI1 | Pin Name | Type | Color | Description |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Vs | POWER | Red | 电源输入 9-36V |
| 2 | PGND | POWER | Black | 电源地 |
| 3 | SGND | POWER | Green | 信号地 |
| 4 | TX+ | O | Yellow | RS-422 数据发送+ |
| 5 | TX- | O | White | RS-422 数据发送- |
| 6 | RX+ | I | Brown | RS-422 数据接收+ |
| 7 | RX- | I | Blue | RS-422 数据接收- |
| 8 | SGND | POWER | Grey | 信号地 |
| 9 | PPS | O | Orange | 秒脉冲信号 |
| 10 | SGND | POWER | Purple | 信号地 |
| 11 | RS232-TXD2 | O | Pink | COM2 数据发送 |
| 12 | RS232-RXD2 | I | Light Green | COM2 数据接收 |

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved

# 8 坐标系定义与安装

## 8.1 坐标系

载体坐标系定义如下：载体前进方向为 Y 轴正方向,X 轴指向载体右侧,构成东北天-右前上坐标系。被测载体、GNSS 天线、HI32 三者之间需要刚性连接。

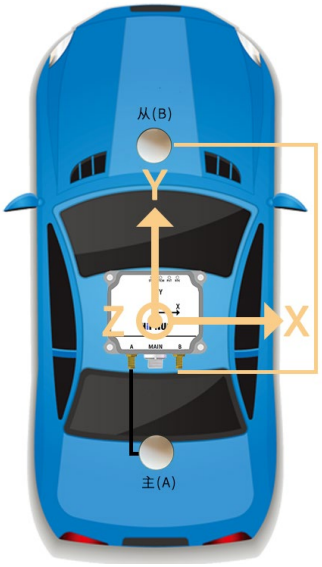


**Figure7: HI30 Coordinate System**

## 8.2 传感器安装

双天线分为 A 天线和 B 天线,在传感器外壳上有醒目标识,其中 A 为主天线(定位天线),B 为从天线（定向天线）,AB 天线所确定的向量(从 A 到 B),称为定向基线。 AB 天线所确定的向量需与载体前进方向(IMU Y 轴正方向)的夹角为 0°(顺时针为正)。AB 天线的距离推荐在 0.8 - 2m 之间,注意天线位置安装完毕后,需要重新上电或者重启模块。

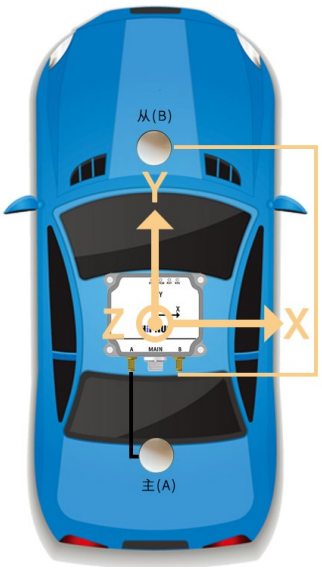


**Figure8: HI30 Coordinate System**

**Note1:** 如需改变双天线与 IMU 之间的相对安装角度,可使用配置命令 SETBASELINE 来实现,详见配置命令章节。

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

## 8.3 接线

### 8.3.1 1T12 航插转 DB9+OPEN

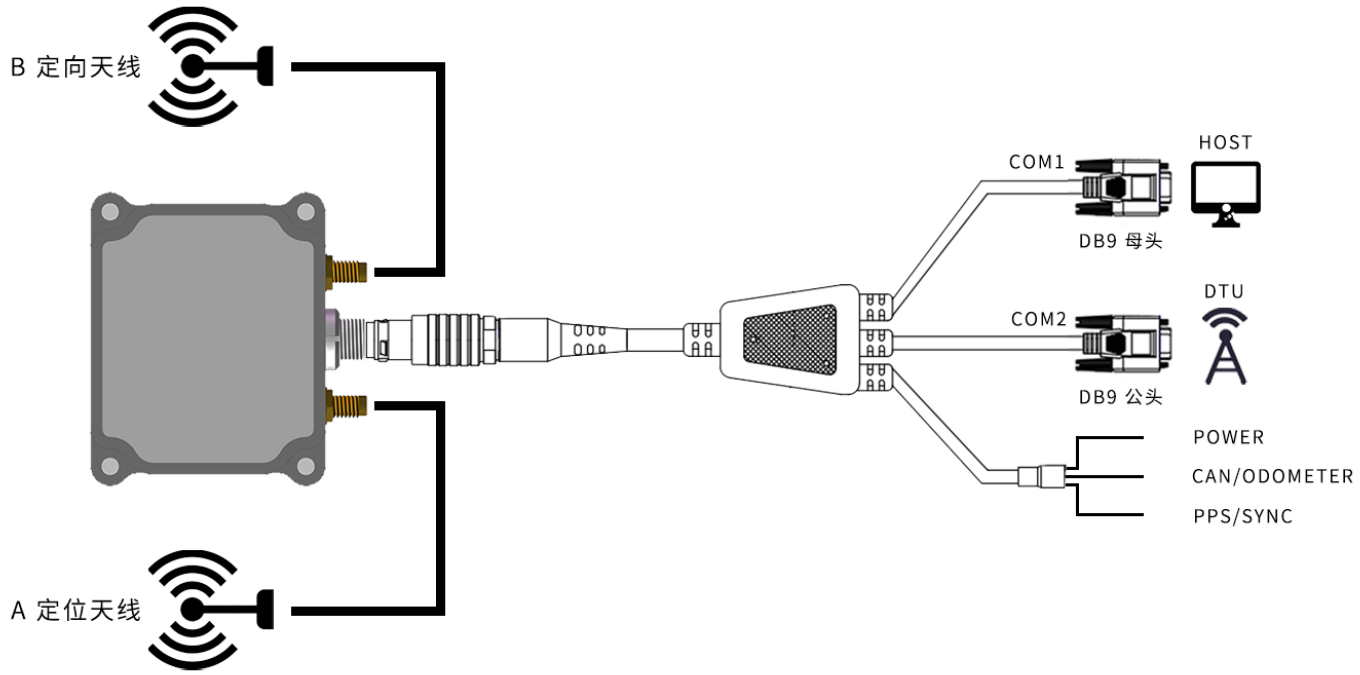


**Figure9: 1T12 航插转 DB9+OPEN 接线示意图**

### 8.3.2 1T12 航插转 OPEN

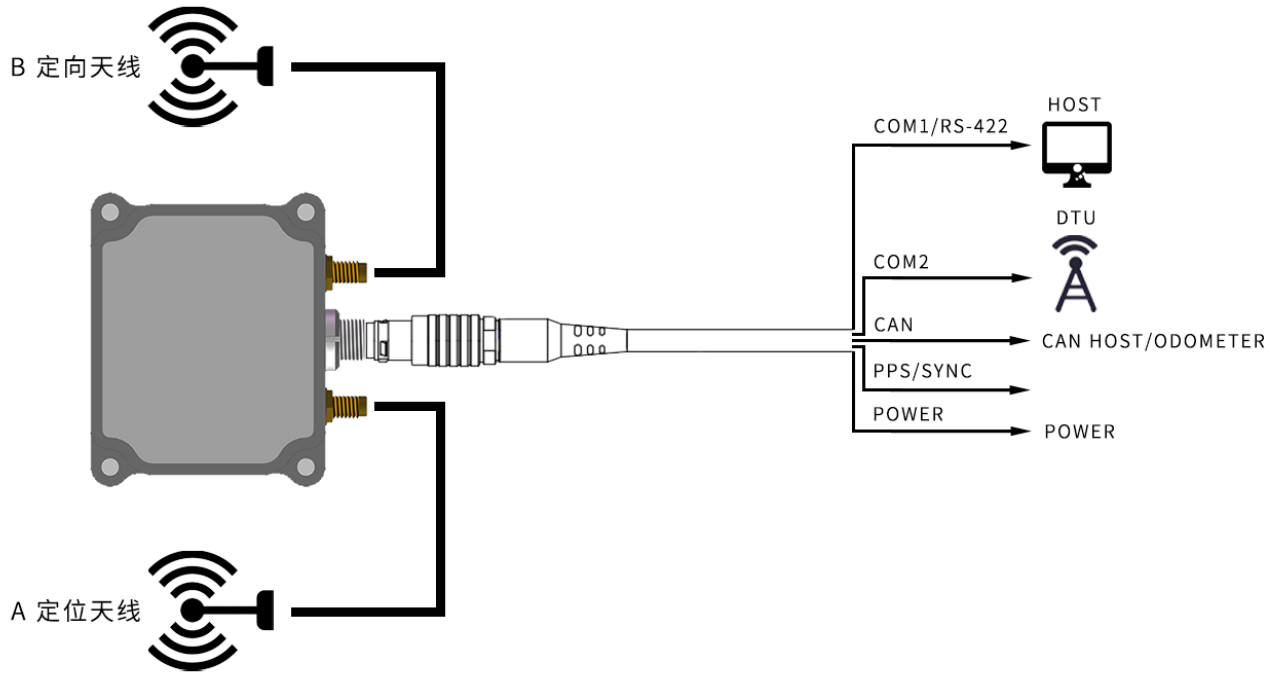


**Figure10: 1T12 航插转 OPEN 接线示意图**

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved

### 8.3.3 DTU

用户如果想实现高精度定位，需要使用 HI32 的 RTK 功能，HI32 默认支持塔石的 4G DTU，型号为 TAS-LTE-360 可以实现自动配置并完成 RTK 差分数据接入。具体请参考指令与编程手册

**Figure11: 4G DTU**

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

# 9 初始配置

HI32 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。

## 9.1 接口初始配置

**Table 17: 接口初始配置**

| Interf | Default function | Parameters | Value | Unit | Note |
|---|---|---|---|---|---|
| COM1/RS-422 | 传感器数据输出与配置 | 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 | None | | |
| | | 协议 | SXT,GGA | | 1 |
| | | 数据帧率 | 10 | Hz | 1 |
| COM2 | 接外部 DTU | 波特率 | 115200 | bps | 1 |
| | | 起始位 | 1 | | |
| | | 数据长度 | 8 | | |
| | | 停止位 | 1 | | |
| | | 校验位 | None | | |
| CAN1 | 传感器数据输出 | 协议 | SAE J1939 | | 1 |
| | | 波特率 | 500K | bps | 1 |
| | | 数据帧率 | 10 | Hz | 1 |
| | | 120Ω匹配电阻 | None | | |

**Note1:** 如需更改波特率,协议,输出帧率,请参考指令与编程手册

## 9.2 IMU 初始配置

**Table 18: 传感器初始配置**

| Parameters | Value | Unit | Note |
|---|---|---|---|
| 陀螺仪量程 | ±2000 | °/s | 1 |
| 3dB 带宽 | 23 | Hz | 1 |
| 加速度计量程 | ±6 | g | 1 |
| 3dB 带宽 | 80 | Hz | 1 |
| 磁力计量程 | ±2 | Gauss | 1 |

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved

# 10 通信协议

## 10.1 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。

## 10.2 CAN

模块默认输出协议为 SAE J1939

 © 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved.

# 11 包装

HI32 系列模块有专属定制的 EPE 泡棉衬底，然后再将其装入盒中。如下图所示：

**Figure12: HI32 装箱示意图**

装箱内容包含 HI32 主机、数据线、GNSS 天线、天线馈线、天线磁吸座、DTU

**Table 19: 纸盒尺寸**

| 产品 | SPQ(mm) | L(mm) | W(mm) | H(mm) |
|---|---|---|---|---|
| HI32 | 2 | 36 | 36 | 9.2 |

© 2024 Hipnuc Ltd. All Rights Reserved