

轮趣科技

WHEELTEC N 系列惯导用户手册

推荐关注我们的公众号获取更新资料



版本说明:

版本	日期	内容说明
V1.0	2021/09/27	第一次发布
V2.0	2022/04/07	新增 N200 和 N300 的相关内容; 接入外部 GPS 的相关内容。
V4.1	2022/09/22	部分命令修改, 修改 CH9102 使用的相关内容, 增加 TF 相关内容
V4.2	2022/10/20	更新 PCB 板相关内容, 驱动内容更新
V4.3	2024/01/18	更新 PCB 板相关内容, 更新用户排针相关引脚说明, N200 和 N300 惯导方向调整

网址: www.wheeltec.net

目录

1. 概述	4
1.1 WHEELTEC N 相同特点	4
1.2 WHEELTEC N100 参数说明	5
1.3 WHEELTEC N200 参数说明	6
1.4 WHEELTEC N300 参数说明	6
2. 接线说明与检测	7
2.1 WHEELTEC N100 引脚分布	7
2.2 WHEELTEC N200 N300 引脚分布	8
2.3 驱动安装	8
2.4 接线说明	11
2.5 上电检测	11
2.6 方向定义	14
3. 校准与调平	15
3.1 软磁硬磁校准	15
3.2 调平和参数导入导出	16
4. ROS SDK 的移植使用	18
4.1 CP2102 固定串口号	18
4.2 CH9102 固定串口号	20
4.3 ROS_SDK 功能包	22
4.4 ROS2_SDK 功能包	28
5. 外接 GPS 模块	29
5.1 硬件连接	29
5.2 软件配置	29
6. 问询输出	34
7. 电路设计	35
7.1 WHEELTEC N 系列核心板	35

8. 电器性能和可靠性	36
8.1 静电防护	36
9. 机械尺寸	37
9.1 尺寸说明	37
9.2 包装说明	38
10. 常见问题汇总	39
10.1 修改波特率	39
10.2 修改数据包发布频率	40
10.3 串口数据输出 FC F0	40
10.4 模块上电姿态数据漂移	41

1. 概述

1.1 WHEELTEC N 相同特点

WHEELTEC N 系列惯导核心内置是一个全新的，微型，高性能，经过严格出厂校准的 IMU 核心。其特点是具有一个强大的 Sigma-Point 卡尔曼滤波器 (SPKF)，以及一套高性能算法，高达 1000Hz 的传感器采样频率和圆锥和划船运动补偿，有较强的抗磁干扰能力。内部算法提供高精度的位置，速度和姿态估计连同在 10 和 200 赫兹之间的补偿惯性测量，可方便的接入外部视觉、雷达等速度、位置、航向辅助设备组合导航。

WHEELTEC N 系列支持 ROS1 与 ROS2 的系统，默认以 921600 的波特率从 TTL 串口输出数据。



图 1.1 WHEELTEC N 系列惯导产品图

注意：最新 WHEELTEC N100 的 PCB 板中丝印为 D 和 E 的驱动芯片为 CP2102，旧版 PCB 板中丝印为 C 的驱动芯片为 CH9102。WHEELTEC N200、WHEELTEC N300、WHEELTEC N100N 驱动驱动芯片均为 CP2102。

本系统输出载体航姿/位置/速度/传感器原始数据/系统状态等信息，具有固定频率输出和问询输出两种模式，默认使用固定频率输出。系统采用 FDILink 通讯协议进行通讯，相关的数据格式以及协议请参考文档《WHEELTEC N 系列惯导通信协议》。本系列产品为航姿参考系统 AHRS，其核心算法原理简图如图 1.2 所示。

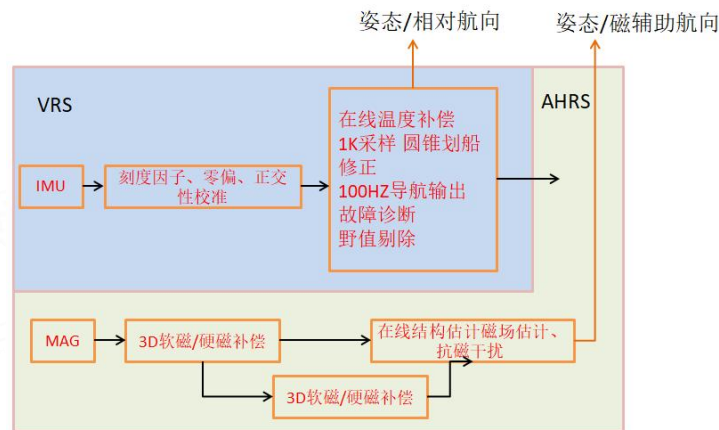


图 1.2 系统原理框图

1.2 WHEELTEC N100 参数说明

WHEELTEC N100 惯导适用于移动机器人、无人机以及割草机等产品中，它包含三轴陀螺仪、三轴加速度计、三轴磁力计以及温度计，属于九轴姿态传感器系列。WHEELTEC N100 参数如下图所示。

IMU	加速度计	陀螺仪	磁力计
量程	$\pm 16\text{ g}$	$\pm 2000^\circ/\text{s}$	$\pm 4900\text{ uT}$
零偏稳定性	$< 0.04\text{ mg}$	$< 10^\circ/\text{hr}$ ($5^\circ/\text{hr typ.}$)	/
线性度	$< 0.1\% \text{ FS}$	$< 0.1\% \text{ FS}$	$< 0.1\%$
噪声密度	$75\mu\text{g}/\sqrt{\text{Hz}}$	$0.0028^\circ/\text{s}/\sqrt{\text{Hz}}$	$140\mu\text{Gauss}/\sqrt{\text{Hz}}$
带宽	260 Hz	256 Hz	200 Hz
正交性误差	$\pm 0.05^\circ$	$\pm 0.05^\circ$	$\pm 0.05^\circ$
分辨率	$< 0.5\text{ mg}$	$< 0.02^\circ/\text{s}$	1.5 Milligauss

图 1.2.1WHEELTEC N100 参数

1.3 WHEELTEC N200 参数说明

WHEELTEC N200 惯导是一套完整的基于 mems 的工业级微型惯性导航系统，它适用于无人机、地面自主移动车辆、AGV/AMR 等移动机器人应用产品中，是采用冗余传感器技术，融合了一颗零偏稳定性为 2°/h 的航向陀螺仪，主要解决航向漂移的问题。它包含四轴陀螺仪、三轴加速度计、三轴磁力计以及温度计，属于十轴姿态传感器系列。WHEELTEC N200 参数如下图所示。

IMU	加速度计	陀螺仪	磁力计
量程	±8 g	±2000°/s ±400°/s	±4900uT
零偏稳定性	<0.4 mg	<10°/hr (5°/hr typ.) 航向陀螺2°/hr	/
线性度	<0.1 % FS	<0.1 % FS	<0.1 %
噪声密度	75μg/√Hz	0.0028°/s/√Hz	140 μGauss/√Hz
带宽	500 Hz	300 Hz	250 Hz
正交性误差	±0.05°	±0.05°	±0.05°
分辨率	<0.5 mg	<0.01°/s	1.5 Milligauss

图 1.3.1WHEELTEC N200 参数

1.4 WHEELTEC N300 参数说明

WHEELTEC N300 惯导是基于 mems 和石英陀螺的工业级微型惯性导航系统，它适用于移动机器人、无人机、无人驾驶、无人船、动中通、云台等应用产品中，是是采用冗余传感器技术，融合了三颗零偏稳定性为 2°/h 的陀螺仪，具有更高的 3D 角度测量精度。它包含两套独立的三轴陀螺仪、三轴加速度计、三轴磁力计以及温度计，属于十二轴姿态传感器系列。WHEELTEC N300 参数如下图所示。

IMU	加速度计	陀螺仪	磁力计
量程	±8 g	±400°/s(扩展±2000°/s)*	±4900uT
零偏稳定性	<0.4 mg	2°/hr	/
线性度	<0.1 % FS	<0.1 % FS	<0.1 %
噪声密度	75μg/√Hz	0.0028°/s/√Hz	140 μGauss/√Hz
带宽	500 Hz	300 Hz	250 Hz
正交性误差	±0.05°	±0.05°	±0.05°
分辨率	<0.5 mg	<0.01°/s	1.5 Milligauss

图 1.4.1WHEELTEC N300 参数

2. 接线说明与检测

2.1 WHEELTEC N100 引脚分布

WHEELTEC N100 引脚分布和对应功能如下图表所述。默认使用串口 1 输出。

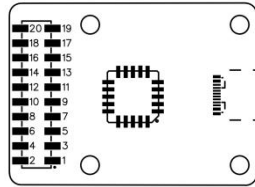


图 2.1 WHEELTEC N100 引脚分布图

图中所对应的引脚功能如表 2.2 所述，其中串口波特率默认为 921600bps。

表 2.2 EVB 管脚介绍(注意：该引脚说明为 E 字版本引脚说明，B/C/D 字版本资料请参考上一版手册)

名称	管脚号	I/O	功能说明	备注
5V	1	I	电源地5V直流电源输入	
GND	2	I	电源地	
RX4	3	I	UART4接收，TTL电平	
TX4	4	O	UART4发送，TTL电平	
TX1	5	O	UART1发送，TTL电平	默认主数据串口
RX1	6	I	UART1接收，TTL电平	默认主数据串口
TX2	7	O	UART2发送，TTL电平	
RX2	8	I	UART2接收，TTL电平	
MISO	9		SPI主发从收信号	
CS	10		SPI片选	
MOSI	11		SPI主收从发信号	
SCK	12		SPI时钟	
NC	13、14		保留无需连接	
RX3	15	O	UART3接收，TTL电平	
TX3	16	O	UART3发送，TTL电平	
GPIO2	17	O	LED灯	默认闪烁
GPIO1	18		预留	
CTX	19	O	CAN总线接收	CAN总线接口需要
CRX	20	I	CAN总线发送	CAN驱动芯片支持

*UART3接UBLOX m8n协议为 NMEA，9600bps 注： USB电气联通UART1

2.2 WHEELTEC N200 N300 引脚分布

WHEELTEC N200 与 N300 使用的底板是一样的。引脚分布和对应功能如下图表所述。默认使用串口 1 输出。

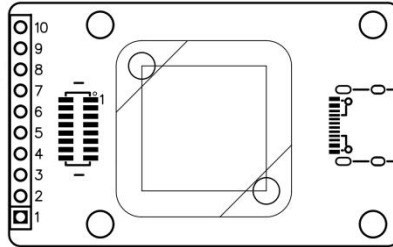


图 2.2.1 WHEELTEC N200 引脚分布图

图中所对应的引脚功能如表 2.3 所述，其中串口波特率默认为 921600bps。

表 2.3 EVB 管脚介绍(注意：该引脚说明为 S15D 字版本引脚说明，S15C 字版本资料请参考上一版手册)

名称	管脚号	I/O	功能说明	备注
RX3	1	I	UART3接收，TTL电平	
TX3	2	O	UART3接收，TTL电平	
RX2	3	I	UART2接收，TTL电平	
TX2	4	O	UART2接收，TTL电平	
PPS	5	IO	时间同步	
CANL	6	O	CAN 总线发送	CAN总线接口需要
CANH	7	I	CAN 总线接收	CAN驱动芯片支持
VBUS	8	I	5V电源输入	
GND	9	I	电源地	
3V3	10	O	3.3V电源输出	

2.3 驱动安装

① Windows 端安装驱动

Windows 系统识别 WHEELTEC N 系列惯导需要先安装驱动。WHEELTEC N100、WHEELTEC N200 与 WHEELTEC N300 需要安装 CP2102 驱动。

CP2102 驱动安装

打开附送资料包中的 4.软件工具-> CP2102usb 驱动.zip，解压到本地后，根据自己电脑的架构选择对应的文件，双击运行。

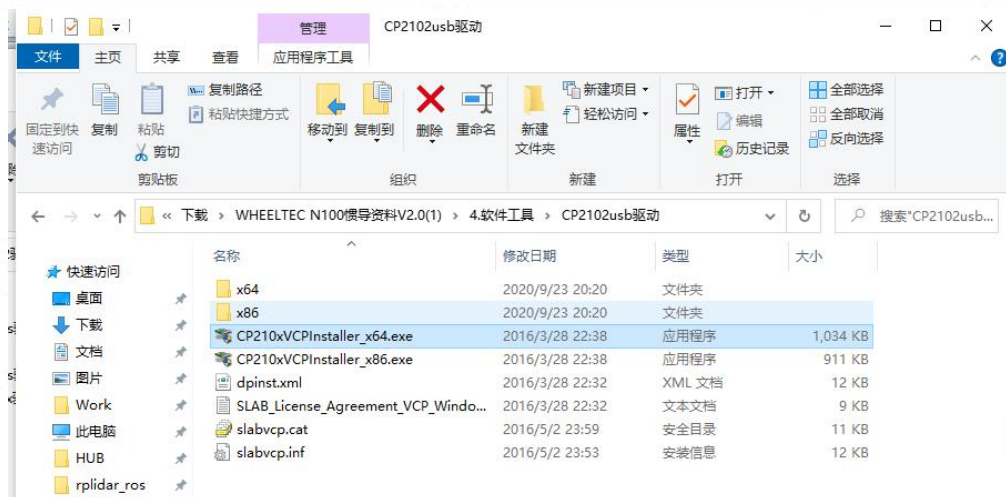


图 2.3.1 CP2102 驱动安装

按照提示点击下一步即可完成安装，如图所示。

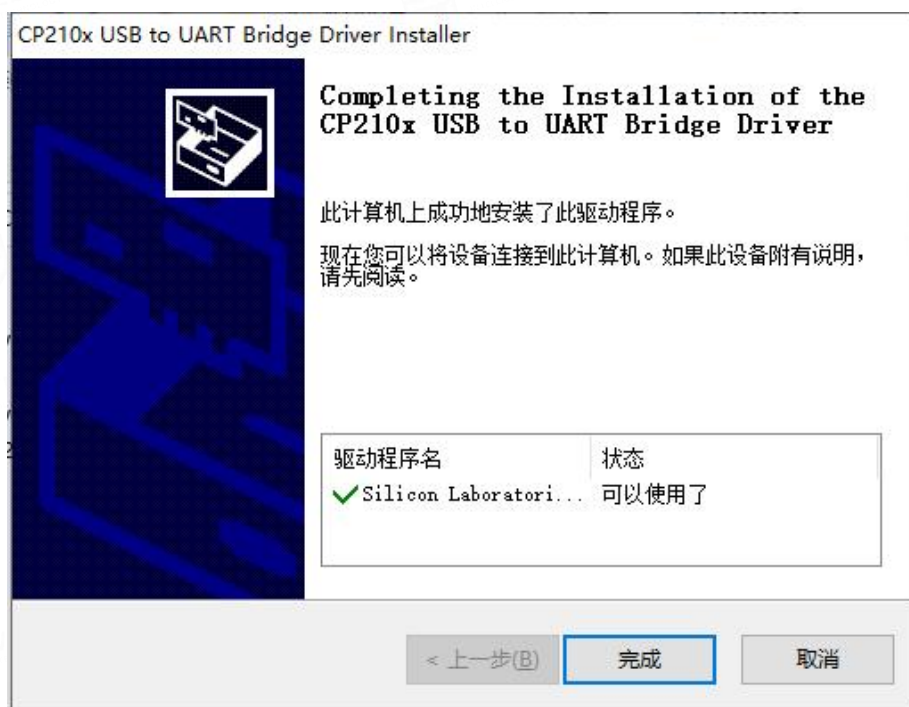


图 2.3.2 CP2102 驱动安装

CH9102 驱动安装 (C 版本 N100 惯导)

打开附送资料包中的 4.软件工具-> CH9102 驱动与资料.zip，解压到本地后，打开 CH343SER（CH9102 的 windows 驱动）-> CH343SER->Driver 这一文件夹，双击运行 SETUP.EXE 程序，在弹出的窗口中点击安装即可。

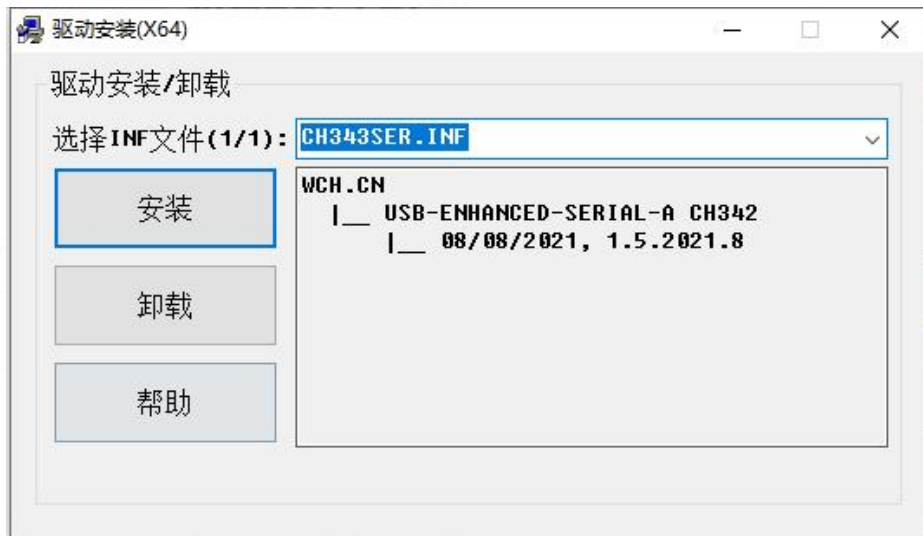


图 2.3.3 CH9102 驱动安装

耐心等待一段时间即可完成安装，如图所示。

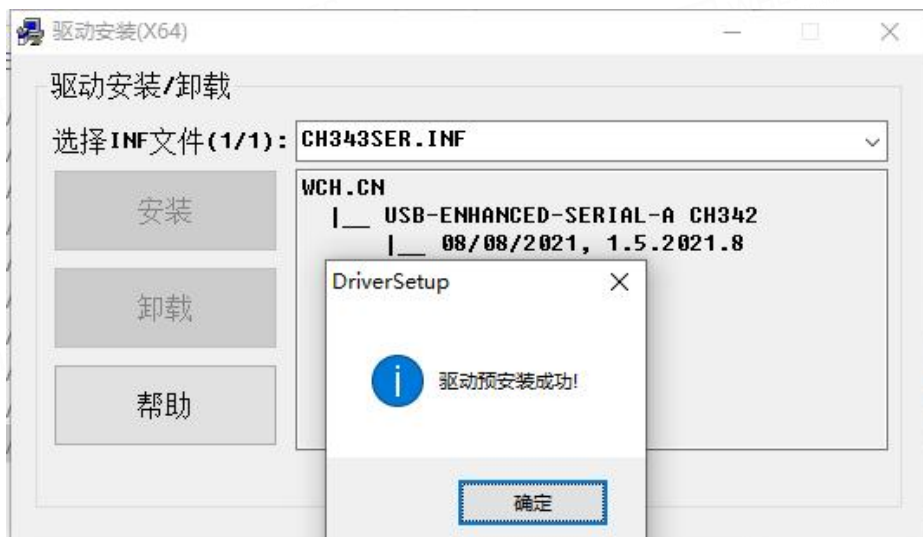


图 2.3.4 CP9102 驱动安装

驱动安装完成之后，如果电脑接入了 WHEELTEC N 系列，可以在设备管理器中找到串口。如图所示。

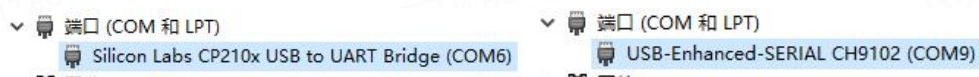


图 2.3.5 设备管理器

② Linux 端安装驱动

Linux 中一般不需要安装 CP2102 的驱动和 CH9102 的驱动, CH9102 设备别名时用 ttyACM 开头的设备直接别名。

2.4 接线说明

WHEELTEC N200、WHEELTEC N300 的引脚分布查看 2.22 小节, 默认使用 type-c 口输出串口 1 的数据, 使用方式与 WHEELTEC N100 的使用方式一致。

WHEELTEC N 系列的使用 5V 供电, 使用 TYPE-C 接口为整个系统提供电源, 以及数据传输。若用户使用引脚为系统供电, 以及对系统进行拓展使用, 需注意模块中的每个管脚电压的最大耐受值为 5.5V。

在通电后, 系统板上的蓝色 LED 灯会是常亮状态, 当 WHEELTEC N100 有数据传输时, 系统板上的红灯常亮。



2.4.1 不带外壳的 WHEELTEC N100

2.5 上电检测

将 WHEELTEC N100 通过 TYPE-C 转 USB 接至电脑后, 打开 WHEELTEC N100 惯导资料\4.软件工具目录, 将 WIN-地面站工具解压至 PC 本地, 双击打开上位机工具。

点击左上角的[Commuication], 选择[Add Link]添加设备, 在弹出来的弹窗中选择对应的串口以及波特率, 波特率默认为 921600。

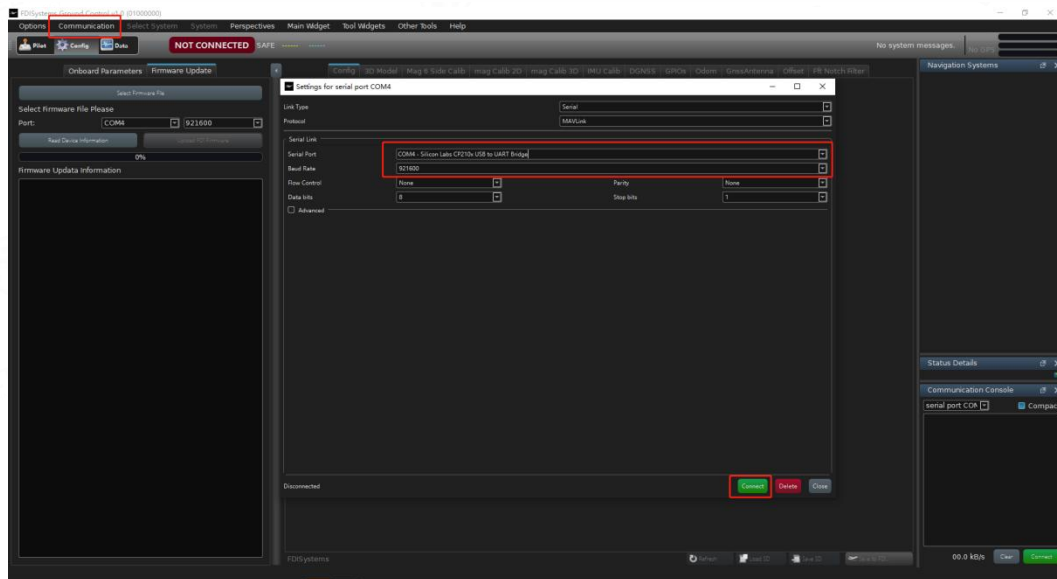


图 2.5.1 上位机连接 WHEELTEC N100

当上位机成功连接上 WHEELTEC N100 之后，应为图 2.2.3 所示的页面。页面显示，目前 WHEELTEC N100 模块只读取了 MSG_AHRS 数据包和 MSG_IMU 数据包，频率为 100HZ。关于上位机的更详细使用方法请看《WIN-地面站使用手册》。

图为上位机成功连接上 WHEELTEC N100 之后的页面。

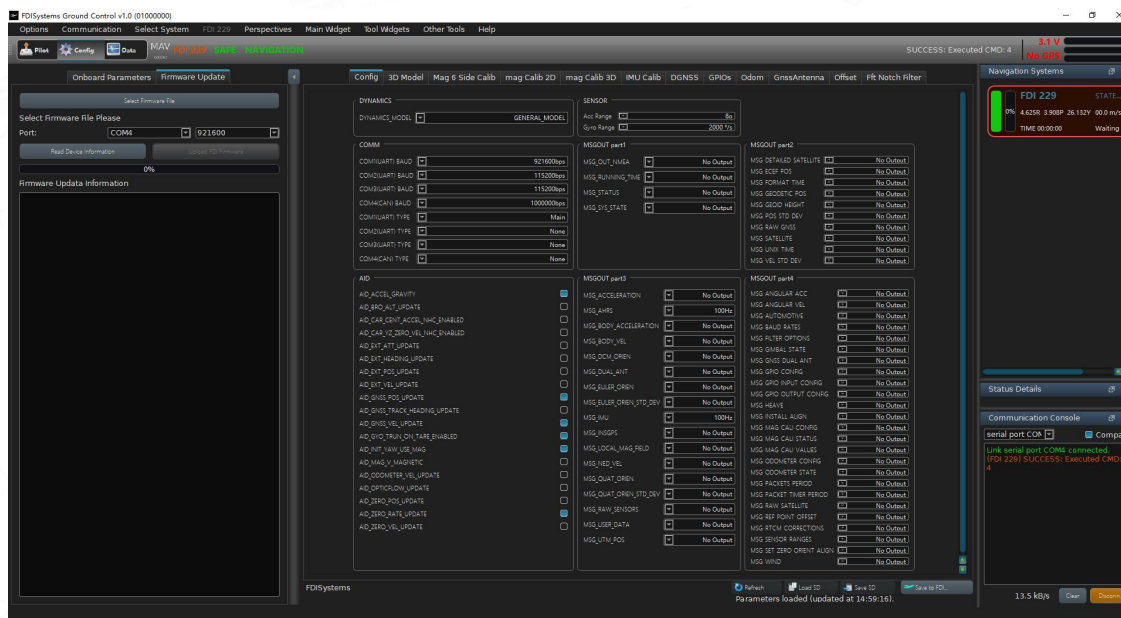


图 2.5.2 上位机连接 WHEELTEC N100

检测方向：点击左上角的[Pilot]后，转动 WHEELTEC N100 模块，根据左上角的 Primary Flight Display 页面变化的趋势可以验证 WHEELTEC N100 方向的准确性。地面站中间为一个地图，WHEELTEC N100 没有 GPS 模块，所以无法读取地图信息。

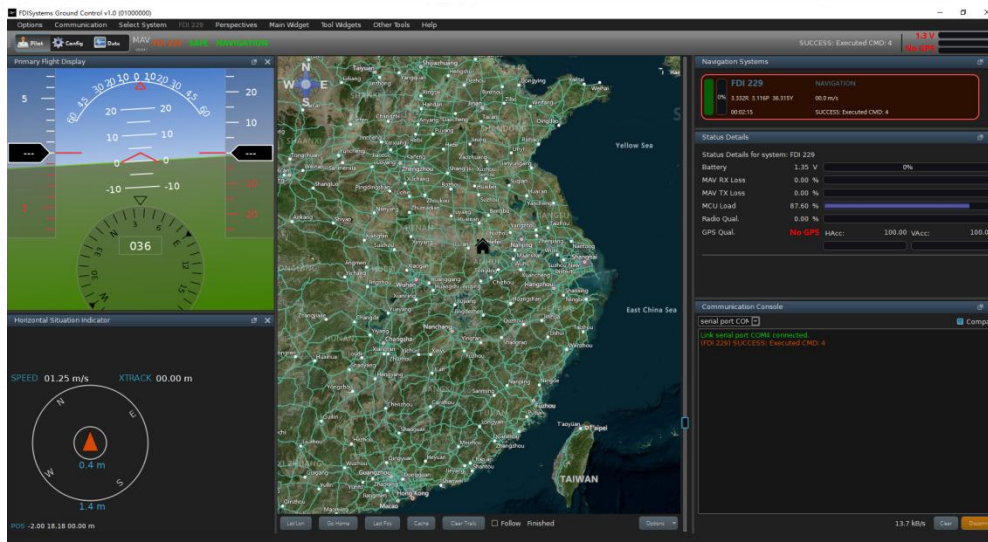


图 2.5.3 Primary Flight Display

查看数据：点击左上角的[Data]可以读取 WHEELTEC N100 模块的数据，选择 FDI Diagnostic Telemetry 界面，可以使用 Value Grid 显示数据格，也可使用 Value chart 显示数据图表，这里使用 Value chart 进行演示。在左下角选择数据包，左上角选择网格中要显示的数据，点击[Start Telemetry]开始查看数据变化。

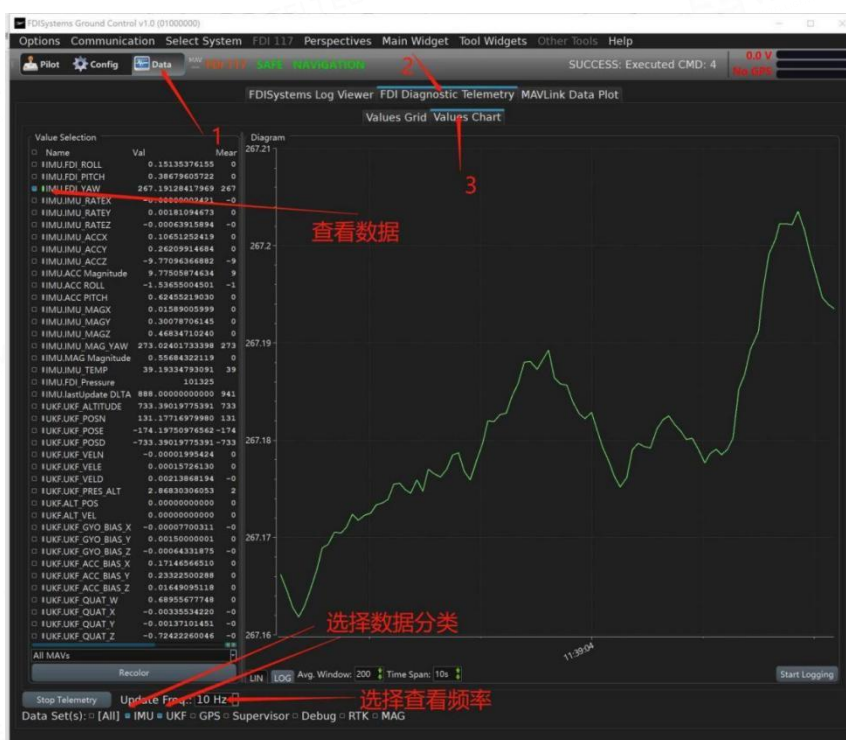


图 2.5.4 FDI Diagnostic Telemetry

2.6 方向定义

WHEELTEC N100 若使用上位机或系统引脚直接读取数据，则数据的参考坐标系为北东地坐标系，通过 ROS SDK 读取的数据参考坐标系为北西天坐标系。模组金属屏蔽罩上有具体坐标系定义，请按照该定义进行安装使用。若使用的是无外壳的惯导，则坐标方向如下图所示，安装在 WHEELTEC R 系列机器人上时，模块正面朝上，X 轴朝车头方向即可。

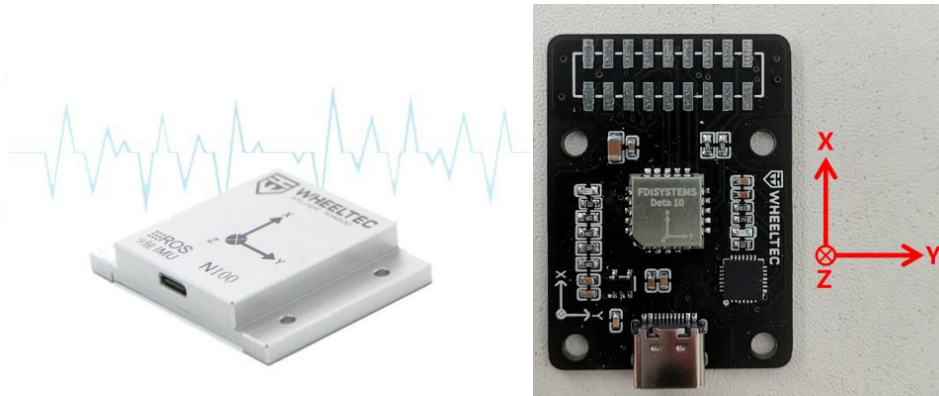


图 2.6.1 产品外观

注意：N200 和 N300 惯导方向与 N100 安装方向有差异，需要旋转 180 度。

3. 校准与调平

3.1 软磁硬磁校准

将 WHEELTEC N 系列模块安装完成后，环境磁场固定，有磁干扰的情况下或者地理位置有的较大的改变，需要对软磁硬磁干扰进行校准补偿。找一个相对空旷的无干扰的地方，将模块连接至电脑，打开上位机。在电脑前请尽量远离干扰源。执行如下操作。

STEP1: 点击 config

STEP2: 点击 mag Calib3D，打开磁 3D 校准模式，可以设置拟合误差阈值，如下图所示，设置为 2% 意为校准的误差小于 2%时校准参数才能生效。

STEP3: 点击开始校准，同时能观察到下图 3a 处，系统运行模式从 NAVIGATION 变成 Calibration 模式，将系统模组在空中画八字运动，速度不能太快，大概速度为完成一次八字用时 3-5s 左右。

STEP4:校准结束后，点击上图中 Transmit 按钮发送参数。

STEP5:点击 writeFlash 按钮保持参数。

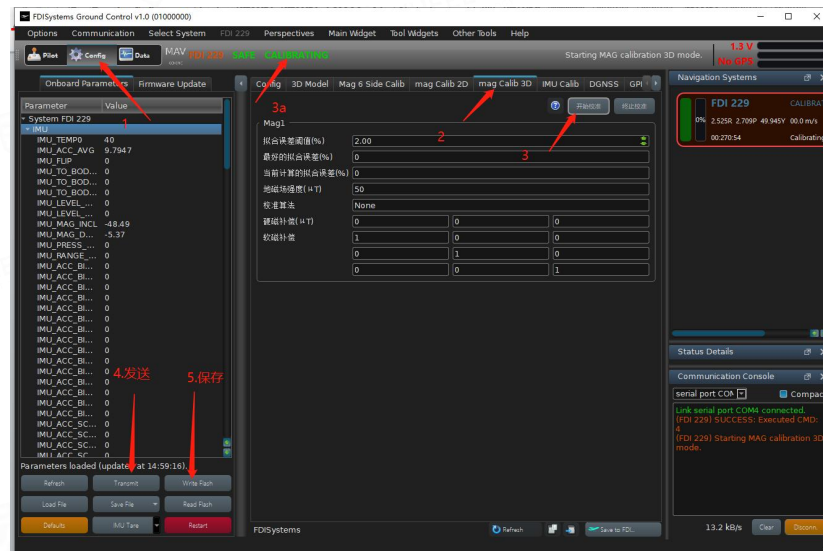


图 3.1.1 校准页面

校准完成后，校准过程中系统会自动调整算法精度分为 LOW ,MID High 三个档位，同时软磁和硬磁参数以及地磁场强度也会实时计算并显示更新，当上图 3a 处系统状态再次从 Calibration 变成 NAVIGATION 模式时，校准结束，校准结束的条件是拟合最好的拟合误差小于设置的拟合误差阈值。

如果没有状态未从 Calibration 变成 NAVIGATION 模式，则继续空中做八字运动，如果超过 20 秒还没有结束，此时是因为错误的环境磁场干扰和不正确的运动导致拟合误差太大导致，可以点击校准结束按钮，并重新开始校准。一般整个校准过程用时在 10s 左右。

如果对校准精度不满意，可以再次点击开始校准按钮重复以上步骤进行校准。

3.2 调平和参数导入导出

在使用 WHEELTEC N 系列模块时，可能会出现输出数据有偏差的状况，比如遇到输出的俯仰角和横滚角不为零的问题，说明模块与安装平面存在安装误差角，需要对系统进行调平操作。将模块连接至上位机，在 config 界面进行操作。

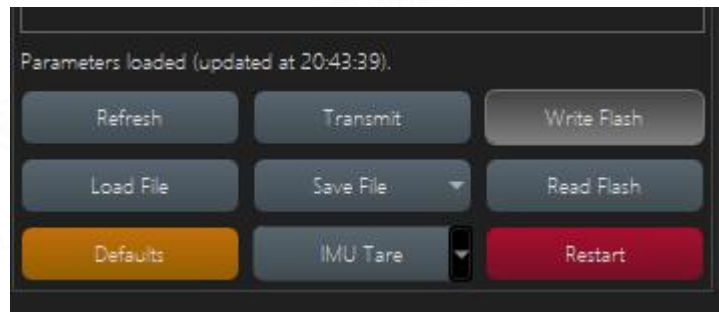


图 3.2.1 config 界面

IMU Tare: 该功能右侧有一个箭头，点击该箭头将显示如下图所示界面：

Level: 坐标系转换功能按钮。

将模块静止放置，点击该按钮后上位机将自动计算出该安装误差角的大小，通过模块内置的旋转矩阵算法将模块坐标系转换到安装平面坐标系。点击完该按钮后需要点击 Write Flash 按钮进行参数保存。

Acc Tare: 加表调平按钮。

模块静止时加速度计输出的模长理论上为 $1g$ (约 $9.8m/s^2$)，如果加速度计输出的真实模长与 $1g$ 相差较大，则可以通过该按钮对加速度计零偏进行重新修正，使其回到 $1g$ 附近。注意点击该按钮前模块必须处于水平静止状态，点击完该按钮后需要点击 Write Flash 按钮进行参数保存。

Gyro Tare: 陀螺仪调平按钮。

该按钮的功能是重新计算陀螺仪静态零偏，从而使减去零偏之后的陀螺仪三轴角速度回到零附近。该按钮必须在模块静止时操作，否则计算出来的零偏有误，从而导致姿态漂移。如果用户在静止时发现姿态角在漂移，一般是陀螺仪静态零

偏计算有误，建议点击该按钮进行重新校准，点击完该按钮后需要点击 **Write Flash** 按钮进行参数保存。

Level + Gyro(Default): 该按钮的作用等同于点击一次 **Level** 按钮再点击一次 **Gyro** 按钮。

当完成调平修正后，上位机的右下角日志输出如下：

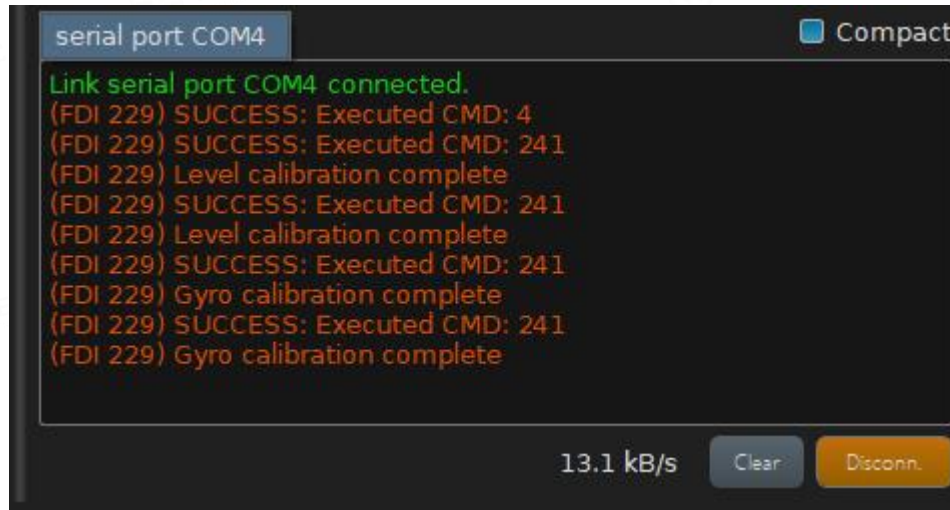


图 3.2.2 日志输出界面

4. ROS SDK 的移植使用

用户可以通过 ROS 主控的串口或者通过 STM32 读取 WHEELTEC N100 的数据，本章主要讲解的是在 ROS 主控中读取数据，要想了解在 STM32 中读取模块的数据，可查阅《N100 惯导模块-STM32 解算例程》。

WHEELTEC N200、WHEELTEC N300 在 ROS 系统中启动方式与 WHEELTEC N100 的一致，使用同一个 ROS SDK。

4.1 CP2102 固定串口号

① 修改串口号

在 Windows 中需要把 WHEELTEC N 系列上的 CP2102 芯片串口号改为 0003，用 USB 线把惯导模块连接电脑，通过 CP21xxCustomizationUtility 这个 windows 上的软件修改并固定，操作如下图：

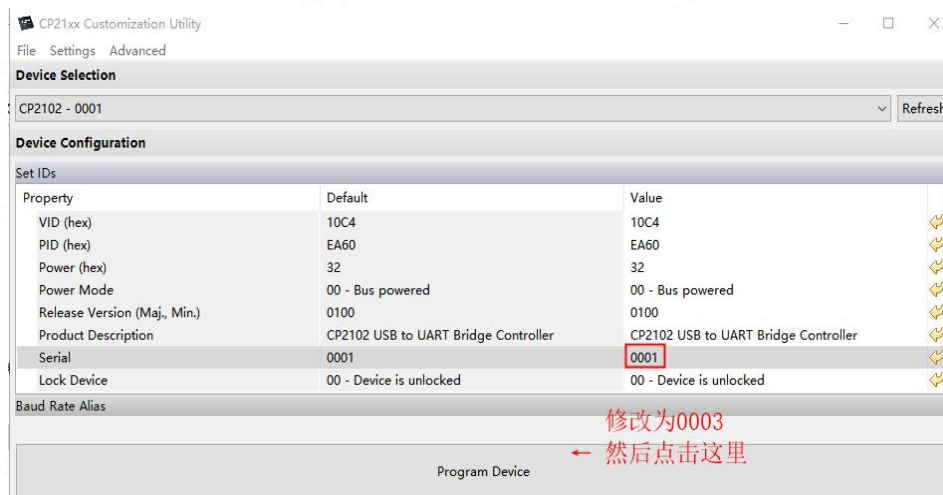


图 4.1.1 修改串口号

② 设备创建别名

外设对应的串口名一般都是会变化的，为了避免手动选择，这里可以通过给 USB 设备创建别名的方式解决。

WHEELTEC 通过脚本文件来为设备创建别名，WHEELTEC N 系列对应的串口号为 0003，对应 `ATTRS{serial}=="0003"`，脚本文件存放在【资料包 \2.ROS_SDK\fdilink_ahrs_ROS1\fdilink_ahrs】文件夹下的 `wheeltec_udev.sh` 文件中：


```
fdilink_ahrs_udev.sh (~/.wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo) - gedit
fdilink_ahrs_udev.sh
~/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo
Save

echo 'KERNEL=="ttyUSB*", ATTRS{idVendor}=="10c4", ATTRS{idProduct}=="ea60",ATTRS{serial}=="0003",
MODE=="0777", GROUP=="dialout", SYMLINK+="fdilink_ahrs"' >/etc/udev/rules.d/fdilink_ahrs.rules

service udev reload
sleep 2
service udev restart
```

图 4.1.2 取别名脚本文件

依次运行以下两个指令，即可完成创建别名的工作。

文件赋权：`sudo chmod 777 fdilink_ahrs_udev.sh`

```
wheeltec@wheeltec: ~/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo
wheeltec@wheeltec: ~/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo 97x15
wheeltec@wheeltec:~$ cd wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo/
wheeltec@wheeltec:~/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo$ sudo chmod 777 fdilink_ahrs_udev.sh
```

图 4.1.3 执行赋权限指令

执行脚本：`sudo ./fdilink_ahrs_udev.sh`

```
wheeltec@wheeltec: ~/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo
wheeltec@wheeltec: ~/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo 95x15
wheeltec@wheeltec:~/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs-demo$ sudo ./fdilink_ahrs_udev.sh
```

图 4.1.4 启动脚本文件

③ 正常使用

把 WHEELTEC N100 模块连接到 ROS 主控，在终端运行：`ll /dev` 查看设备

```
wheeltec@wheeltec: ~
wheeltec@wheeltec: ~ 81x29
crw----- 1 root root 10, 235 4月 5 16:18 autofs
drwxr-xr-x 2 root root 920 4月 5 20:53 block/
crw----- 1 root root 10, 234 1月 28 2018 btrfs-control
drwxr-xr-x 3 root root 60 1月 1 1970 bus/
drwxr-xr-x 2 root root 5180 4月 5 21:08 char/
crw----- 1 root root 5, 1 4月 5 16:18 console
crw----- 1 root root 10, 40 4月 5 16:18 constraint_cpu_freq
crw----- 1 root root 10, 39 4月 5 16:18 constraint_gpu_freq
crw----- 1 root root 10, 38 4月 5 16:18 constraint_online_cpus
crw----- 1 root root 10, 53 4月 5 16:18 cpu_dma_latency
crw----- 1 root root 10, 44 4月 5 16:18 cpu_freq_max
crw----- 1 root root 10, 45 4月 5 16:18 cpu_freq_min
crw----- 1 root root 10, 203 1月 28 2018 cuse
drwxr-xr-x 8 root root 160 4月 5 16:18 disk/
crw----- 1 root root 10, 43 4月 5 16:18 emc_freq_min
crw-rw---- 1 root video 29, 0 4月 5 16:18 fb0
crw-rw---- 1 root video 29, 1 4月 5 16:18 fb1
lrwxrwxrwx 1 root root 13 1月 28 2018 fd -> /proc/self/fd/
lrwxrwxrwx 1 root root 7 4月 5 21:08 fdilink_ahrs -> ttyUSB0
crw-rw-rw- 1 root root 1, 7 4月 5 16:18 full
crw-rw-rw- 1 root root 10, 229 4月 5 16:29 fuse
```

图 4.1.4 查看设备

图 4.2.4 的倒数第三行的【fdilink_ahrs】代表惯导模块的设备别名已经创建成功，后续直接使用别名来调用惯导模块，不需要考虑惯导 USB 端口号变化的问题。

4.2 CH9102 固定串口号

① 修改串口号

打开附送资料包中的 4.软件工具-> CH9102 驱动与资料.zip，解压后打开 CH9102 修改串口号工具这一文件，双击运行 CH34xSerCfg.exe。点击【恢复默认值】

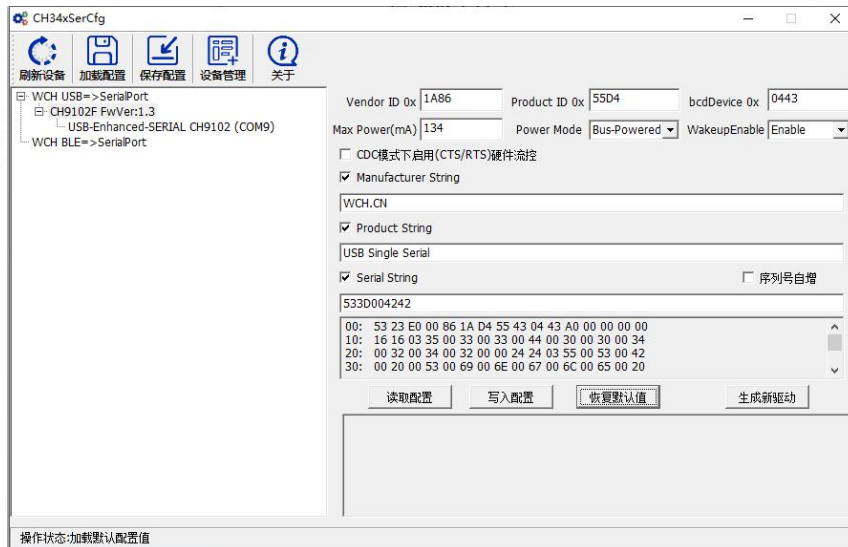


图 4.2.1 修改串口号

修改 Serial String 为 0003，然后点击“写入配置”即可。



图 4.2.2 写入串口号

② 设备创建别名

这里我们先确认是否连接上了模块，为了防止系统接入多个设备后导致设备号发生变化，可以使用相应规则将设备绑定别名。在绑定别名之前我们首先需要保证设备能被系统所识别，将 CH9102 设备连接至 Ubuntu 系统中，输入指令“lsusb”查看输出，若输出有“Qinheng Electronics”这一项，则表示驱动已接入系统。


```
wheeltec@wheeltec:~$ lsusb
Bus 002 Device 006: ID 05e3:0626 Genesys Logic, Inc.
Bus 002 Device 002: ID 0bda:0411 Realtek Semiconductor Corp. 4-Port USB 3.1 Hub
Bus 002 Device 001: ID 1d6b:0003 Linux Foundation 3.0 root hub
Bus 001 Device 047: ID 0bda:b812 Realtek Semiconductor Corp.
Bus 001 Device 046: ID 1a86:55d4 QinHeng Electronics 4-Port USB 2.1 Hub
Bus 001 Device 041: ID 05e3:0610 Genesys Logic, Inc. 4-port hub
Bus 001 Device 020: ID 046d:c534 Logitech, Inc. Unifying Receiver
Bus 001 Device 002: ID 0bda:5411 Realtek Semiconductor Corp. 4-Port USB 2.1 Hub
Bus 001 Device 001: ID 1d6b:0002 Linux Foundation 2.0 root hub
wheeltec@wheeltec:~$
```

图 4.2.3 lsusb 指令输出

惯导模块驱动芯片为CH9102 接入 Ubuntu 系统后，在系统中检查设备能否正常加载，在终端输入以下命令可查看设备：

```
ll /dev | grep ttyACM
```

```
wheeltec@wheeltec:~$ ll /dev | grep ttyACM
crw-rw---- 1 root dialout 166, 0 4月 24 09:24 ttyACM0
wheeltec@wheeltec:~$
```

图 4.2.4 ttyACM*

识别到设备后可以为设备创建别名。找到文件【资料包 \2.ROS_SDK\fdilink_ahrs_ROS1\fdilink_ahrs\fdilink_ahrs\wheeltec_udev.sh】文件，该文件是创建 CH9102 设备别名规则的文件，内容如图 4-3-5 所示。

其中 idVendor 代表CH9102 的生产商 ID（默认为 1a86），idProduct 代表 CH9102 的产品编号（默认为 55d4），serial 代表 CH9102 所设置的串口号为 0003，如果设备实际不是0003需要结合上一节内容相应修改。

```
echo "KERNEL=="ttyUSB*", ATTRS{idVendor}=="10c4", ATTRS{idProduct}=="ea60",ATTRS{serial}=="0003", MODE="0777", GROUP="dialout", SYMLINK+="fdilink_ahrs" >/etc/udev/rules.d/fdilink_ahrs.rules
echo "KERNEL=="ttyACM*", ATTRS{idVendor}=="1a86", ATTRS{idProduct}=="55d4",ATTRS{serial}=="0003", MODE="0777", GROUP="dialout", SYMLINK+="fdilink_ahrs" >/etc/udev/rules.d/wheeltec_fdilink.rules
echo "KERNEL=="ttyUSB*", ATTRS{idVendor}=="1a86", ATTRS{idProduct}=="7523", MODE="0777", GROUP="dialout", SYMLINK+="wheeltec_ch340" >/etc/udev/rules.d/wheeltec_fdcontroller.rules

service udev reload
sleep 2
service udev restart
```

图 4.2.5 wheeltec_udev.sh

将该【wheeltec_udev.sh】文件复制到ubuntu系统，并在文件所在文件夹打开终端，然后给文件777权限（如有疑问百度：linux 777权限），然后执行该文件，赋权限与执行文件的，命令如图所示。执行完成后系统会将设备别名规则写入到/etc/udev/rules.d/中，运行脚本文件后需拔插设备使之生效。执行命令为：

```
文件赋权：sudo chmod 777 wheeltec_udev.sh
```

执行脚本：sudo sh wheeltec_udev.sh

若用户购买的产品是整车，则默认已经设置了驱动别名，其别名规则的
 的执行脚本路径位于以下目录：

主目录/wheeltec_robot/src/turn_on_wheeltec_robot/scripts/wheeltec_udev.sh

```
wheeltec@wheeltec: ~
wheeltec@wheeltec:~$ sudo ./wheeltec_udev.sh
[sudo] password for wheeltec:
wheeltec@wheeltec:~$ ll /dev | grep ttyACM
crwxrwxrwx 1 root dialout 166, 0 7月 28 15:14 ttyACM0
lrwxrwxrwx 1 root root 7 7月 28 15:14 fdilink_ahrs -> ttyACM0
wheeltec@wheeltec:~$
```

图 4.2.6 绑定设备别名最终效

③ 正常使用

把 WHEELTEC N 系列模块连接到 ROS 主控，在终端运行：ll /dev 查看设备
 显示 fdilink_ahrs -> ttyACM0。

```
wheeltec@wheeltec: ~
wheeltec@wheeltec:~$ ll /dev
crw-rw-rw- 1 root root 10, 235 4月 5 16:18 autofs
drwxr-xr-x 2 root root 920 4月 5 20:53 block/
crw-rw-rw- 1 root root 10, 234 1月 28 20:18 btrfs-control
drwxr-xr-x 3 root root 60 1月 1 1970 bus/
drwxr-xr-x 2 root root 5180 4月 5 21:08 char/
crw-rw-rw- 1 root root 5, 1 4月 5 16:18 console
crw-rw-rw- 1 root root 10, 40 4月 5 16:18 constraint_cpu_freq
crw-rw-rw- 1 root root 10, 39 4月 5 16:18 constraint_gpu_freq
crw-rw-rw- 1 root root 10, 38 4月 5 16:18 constraint_online_cpus
crw-rw-rw- 1 root root 10, 53 4月 5 16:18 cpu_dma_latency
crw-rw-rw- 1 root root 10, 44 4月 5 16:18 cpu_freq_max
crw-rw-rw- 1 root root 10, 45 4月 5 16:18 cpu_freq_min
crw-rw-rw- 1 root root 10, 203 1月 28 20:18 cuse
drwxr-xr-x 8 root root 160 4月 5 16:18 disk/
crw-rw-rw- 1 root root 10, 43 4月 5 16:18 emc_freq_min
crw-rw-rw- 1 root video 29, 0 4月 5 16:18 fb0
crw-rw-rw- 1 root video 29, 1 4月 5 16:18 fb1
lrwxrwxrwx 1 root root 13 1月 28 20:18 fd -> /proc/self/fd/
lrwxrwxrwx 1 root root 7 4月 5 21:08 fdilink_ahrs -> ttyACM0
crw-rw-rw- 1 root root 1, 7 4月 5 16:18 full
crw-rw-rw- 1 root root 10, 229 4月 5 16:29 fuse
```

图 4.2.7 设备别名最终效

结果现实已经成功用 fdilink_ahrs 这个别名来代表惯导模块了，后续不管接
 到哪个 USB 口，使用的时候均不需要考虑端口号变化问题。

4.3 ROS_SDK 功能包

将 WHEELTEC N100 按照 [2.6 小节的方向定义](#) 安装在 WHEELTEC 小车或其
 它设备上。打开“WHEELTEC N100 惯导资料2.ROS_SDK”文件夹下的
 fdilink_ahrs_ROS1.ZIP 压缩文件下的文件拷贝到工作空间的 src 文件夹下，进行

解压。也可以将文件在 windows 系统下解压后的 fdilink_ahrs 拷贝到工作空间的 src 文件夹下。

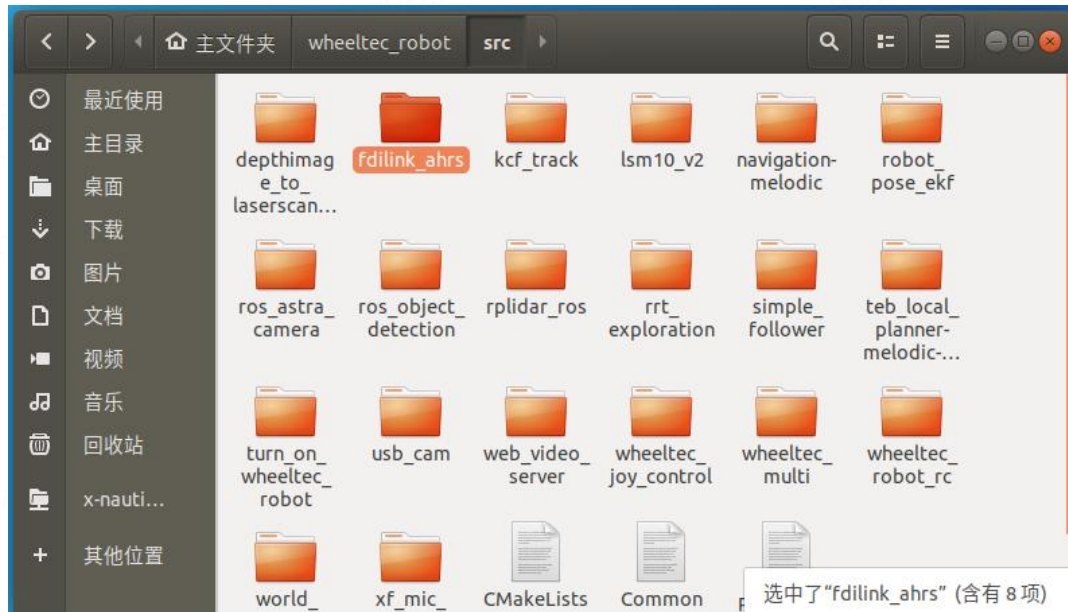


图 4.3.1 ROS SDK

打开终端，在工作空间路径下运行以下指令进行编译，等待显示[100%]编译成功：

```
catkin_make -DCATKIN_WHITELIST_PACKAGES=fdilink_ahrs
```

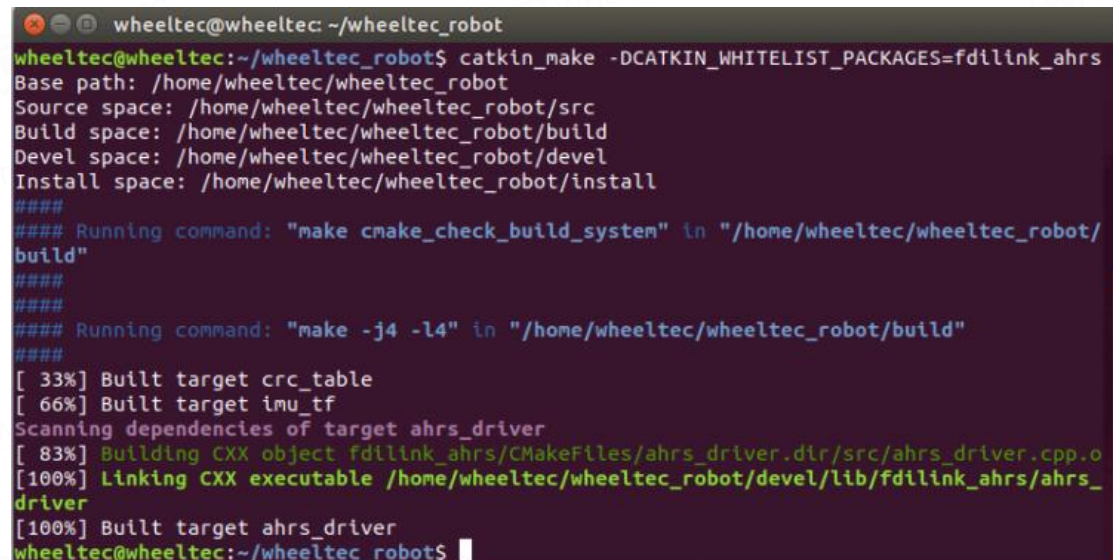


图 4.3.2 编译 SDK

输入指令运行打开惯导

```
roslaunch fdilink_ahrs ahrs_data.launch
```



```

/home/wheeltec/gps_ws/src/fdilink_ahrs/launch/ahrs_data.launch http://192.168.0.100:1
wheeltec@wheeltec:~/wheeltec_robot$ roslaunch fdilink_ahrs ahrs_data.launch
... logging to /home/wheeltec/.ros/log/7f197618-b666-11ec-91ce-00044be67b88/r
oslaunch-wheeltec-15975.log
Checking log directory for disk usage. This may take a while.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is <1GB.

started roslaunch server http://192.168.0.100:46515/

SUMMARY
=====

PARAMETERS
* /ahrs_driver/baud: 115200
* /ahrs_driver/debug: False
* /ahrs_driver/device_type: 1
* /ahrs_driver/imu_frame: gyro_link
* /ahrs_driver/imu_topic: /imu
* /ahrs_driver/mag_pose_2d_topic: /mag_pose_2d
* /ahrs_driver/port: /dev/wheeltec_ch340
* /rostdistro: melodic
* /rosversion: 1.14.10

NODES
/
  ahrs_driver (fdilink_ahrs/ahrs_driver)

auto-starting new master
  
```

图 4.3.3 运行程序界面

输入指令打印 imu 的数据

rostopic echo /imu

```

wheeltec@wheeltec: ~
wheeltec@wheeltec:~$ rostopic echo /imu
header:
  seq: 8887
  stamp:
    secs: 1649331371
    nsecs: 191162214
  frame_id: "gyro_link"
orientation:
  x: -0.00163095010057
  y: 0.00145660979625
  z: -0.304636069127
  w: 0.952466258415
orientation_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
angular_velocity:
  x: 0.00112208118662
  y: 0.0021731397137
  z: -0.000509454519488
angular_velocity_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
linear_acceleration:
  x: -0.019927367568
  y: 0.0621733851731
  z: -9.69107723236
linear_acceleration_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
...
  
```

图 4.3.4 数据查看界面

TF 坐标可视化的使用

在运行惯导的情况下（ahrs_data.launch），开启新的终端输入指令打开 TF

roslaunch fdilink_ahrs tf.launch

```

/home/passoni/wheeltec_robot/src/fdilink_ahrs/launch/tf.launch http://192.168.0.136:11311
文件(F) 编辑(E) 查看(V) 搜索(S) 终端(T) 帮助(H)
passoni@passoni:~$ roslaunch fdilink_ahrs tf.launch
... logging to /home/passoni/.ros/log/6958135e-3b1b-11ed-b61f-000c2971def3/roslaun
ch-passoni-2333.log
Checking log directory for disk usage. This may take a while.
Press Ctrl-C to interrupt
Done checking log file disk usage. Usage is <1GB.

started roslaunch server http://192.168.0.136:46205/

SUMMARY
=====

PARAMETERS
* /imu_tf/imu_topic: /imu
* /imu_tf/position_x: 1
* /imu_tf/position_y: 1
* /imu_tf/position_z: 0
* /roscistro: melodic
* /rosversion: 1.14.10

NODES
/
  imu_tf (fdilink_ahrs/imu_tf)

auto-starting new master
process[master]: started with pid [2343]
ROS_MASTER_URI=http://192.168.0.136:11311

setting /run_id to 6958135e-3b1b-11ed-b61f-000c2971def3
process[rosout-1]: started with pid [2354]
started core service [/rosout]
process[imu_tf-2]: started with pid [2357]

```

图 4.3.5 运行程序界面

在终端输入命令 `rviz`，会弹出 `rviz` 的界面如图 4.3.6 所示。图 4.3.6 是 `rviz` 默认的界面，需要对其进行配置才可以对 TF 坐标进行可视化。

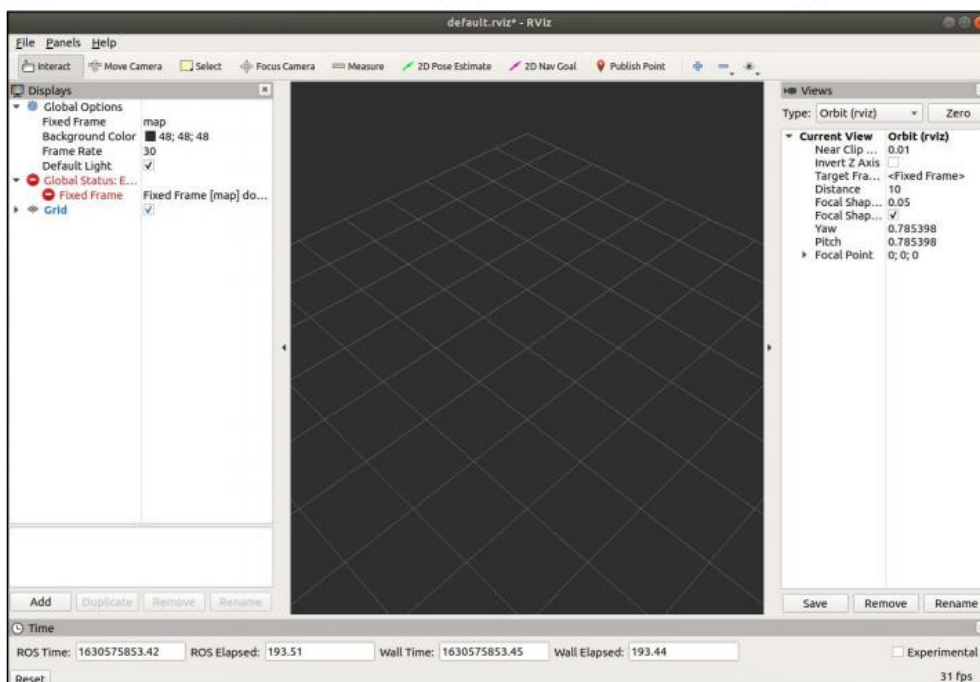


图 4.3.6 rviz 默认界面

对 rviz 界面的配置，第一步是设置界面左上角的“Fixed Frame”为 TF 的根坐标，运行的 TF 程序的 TF 树根坐标为“imu”，回车执行，如图 4.3.7 所示。

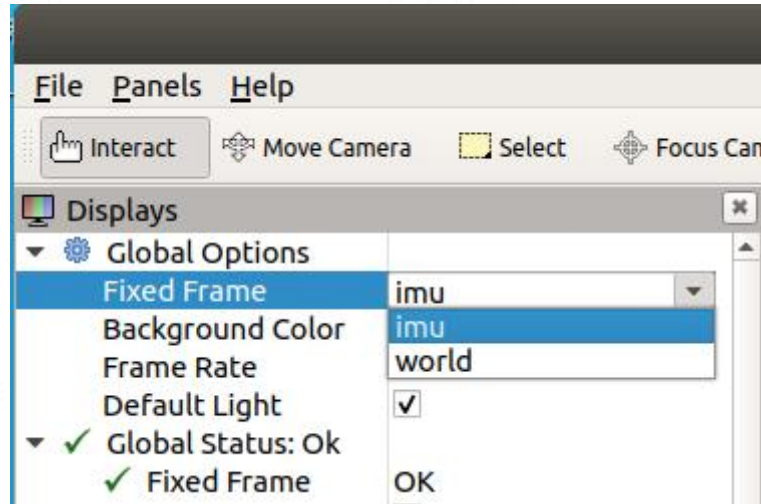


图 4.3.7 设置 Fixed Frame

然后点击 rviz 界面左下角的“Add”，以添加可视化选项，如图 4.3.8 所示。

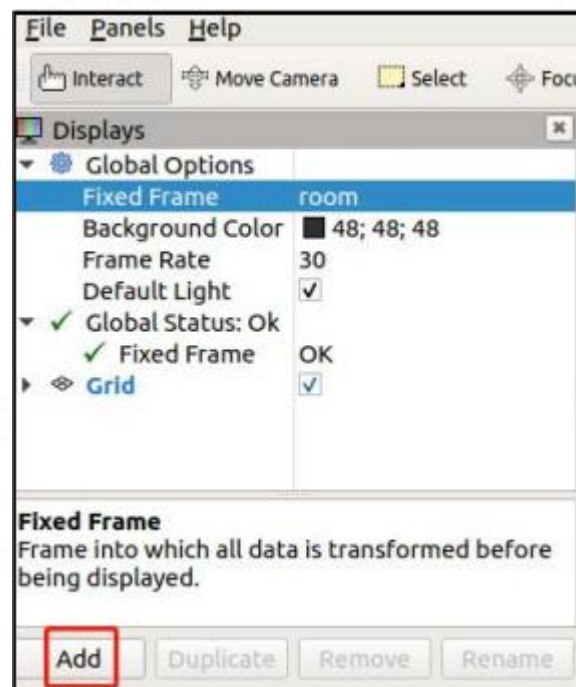


图 4.3.8 添加可视化选项

然后在“By display type”下选择可视化选项，然后选择 TF，然后点击“OK”，如图 4.3.9 所示。

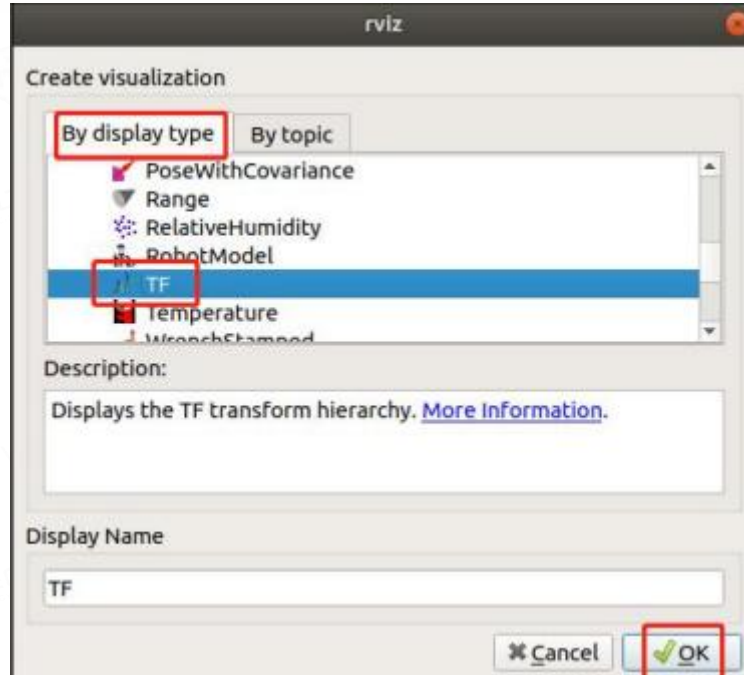


图 4.3.9 添加 TF 可视化选项

然后即可看到 TF 坐标的可视化。rviz 坐标中的红色坐标轴代表 X 轴、绿色坐标轴代表 Y 轴、蓝色坐标轴代表 Z 轴。

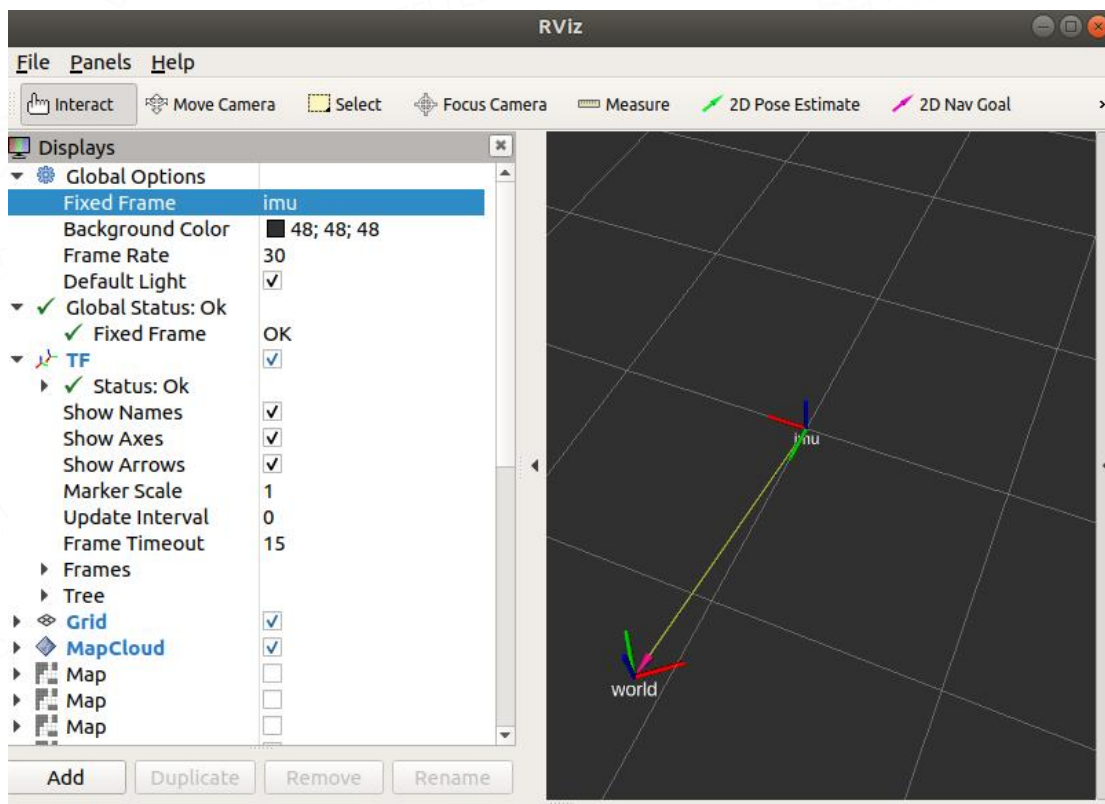


图 4.3.10 TF 可视化效果

4.4 ROS2_SDK 功能包

打开“WHEELTEC N100 惯导资料2.ROS2_SDK”文件夹下的
fdlink_ahrs_ROS2.zip 压缩文件拷贝到工作空间的 src 文件夹下，进行解压。

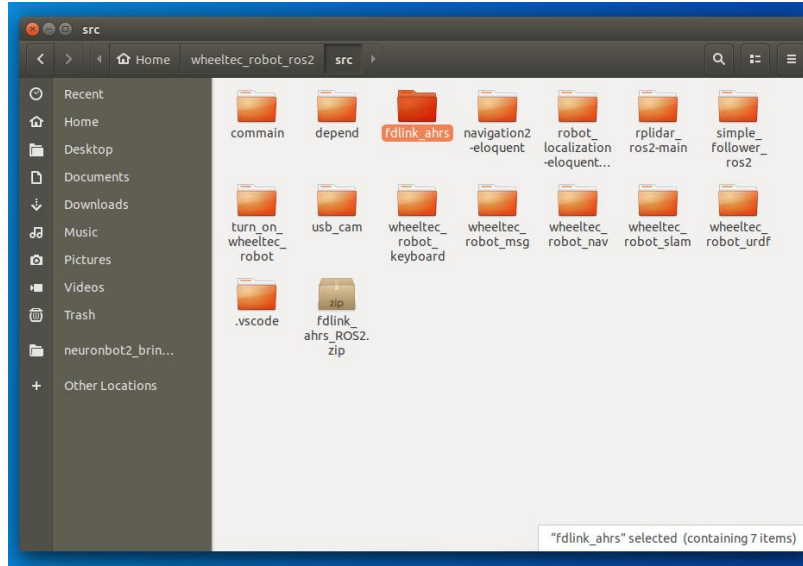


图 4.4.1 ROS2 SDK

打开终端，在工作空间路径下运行以下指令进行编译，等待显示[100%]编译成功：

```
colcon build --packages-select fdlink_ahrs
```

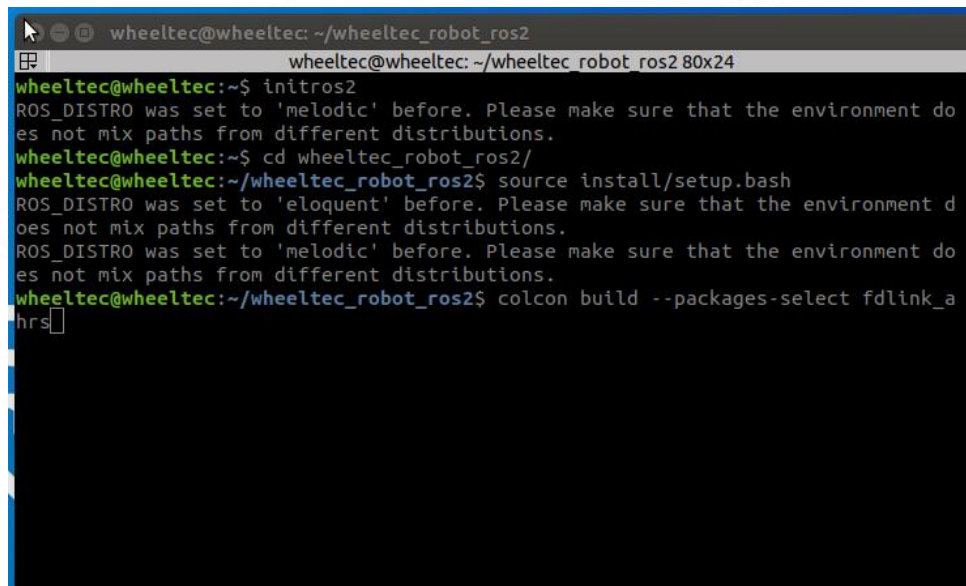


图 4.4.2 编译 SDK

固定串口号后，运行以下指令即可启动惯导模块：

```
ros2 launch fdlink_ahrs ahrs_driver.launch.py
```

5. 外接 GPS 模块

WHEELTEC N 系列惯导中，N100N 惯导支持外接 GPS 模块，其余惯导不支持接入 GPS。用户可根据自己的程序设定，使用 GPS/INS 做组合导航。

5.1 硬件连接

① 接线说明

用户需准备一个自带天线的 GPS 模块，默认购买的 N100N 惯导不附送天线。对于接入 N100N 惯导的 GPS 模块，需支持 RTCM/NMEA/UBLOX 的标准协议，以下接入的 GPS 模块使用的是 NMEA 输入。

外接的 GPS 模块与 N100N 惯导接线方式如图所示。

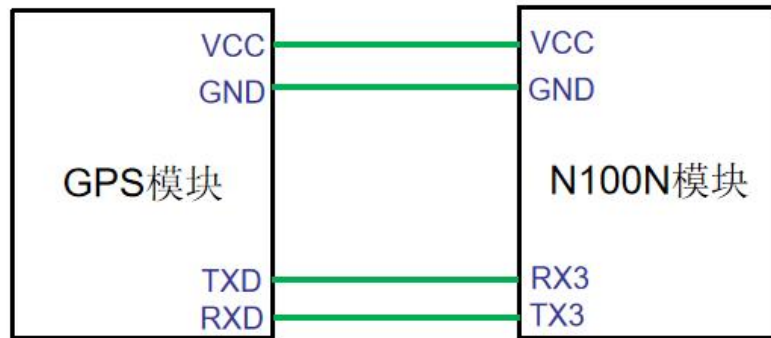


图 5.1.1 GPS 接线

② 天线安装

天线连接 GPS 板子上，但需要注意，室内是没有 GPS 信号的，**需要将天线放置在室外调试**。大雾、多云天气不影响 GPS 信号传输。

5.2 软件配置

① 上位机配置

N100N 惯导支持接入 GPS 数据并进行融合，用户在使用 GPS 之前，要在上位机软件中进行配置。具体步骤如下。

- i. 将 N100N 惯导接入上位机软件，打开配置页面。

在串口配置一栏，选择接收 GPS 数据的 COMM 口，配置 GPS 模块的波特率以及数据格式。

N100N 惯导默认打开了 COM1 进行数据传输，在接入 GPS 模块后，需要配

置 COM3 的选项。**注：串口 3 的丝印是 TX3 与 RX3。**在 COM3(UART) BAUD 一项配置波特率，在 COM3(UART) TYPE 一项配置数据格式。

如本次演示使用的 GPS 模块波特率为 9600，所以在上位机软件中将 BAUD 选为 9600；COM3(UART) TYPE 选为 NMEA。用户需根据自己的 GPS 模块参数来配置对应的波特率与数据格式。



图 5.2.1 COMM 配置模块

- ii. 完成以上配置后，点击右下角的 Save to FDI->Save to Permanent 保存。

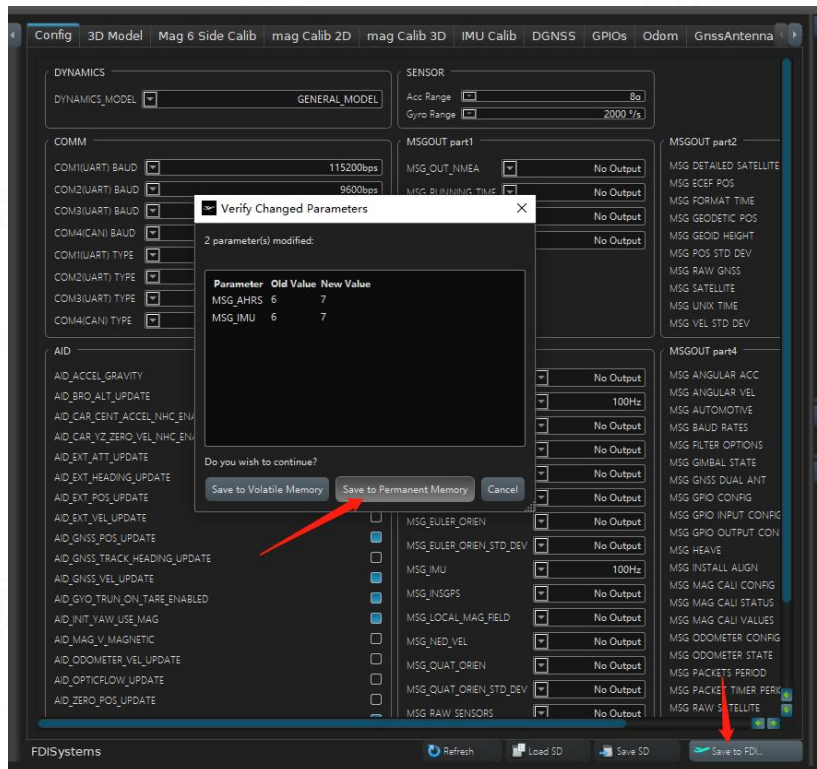


图 5.2.2 保存配置

- iii. 最后点击配置页面左下角的 Restart 按钮重新上电即可。

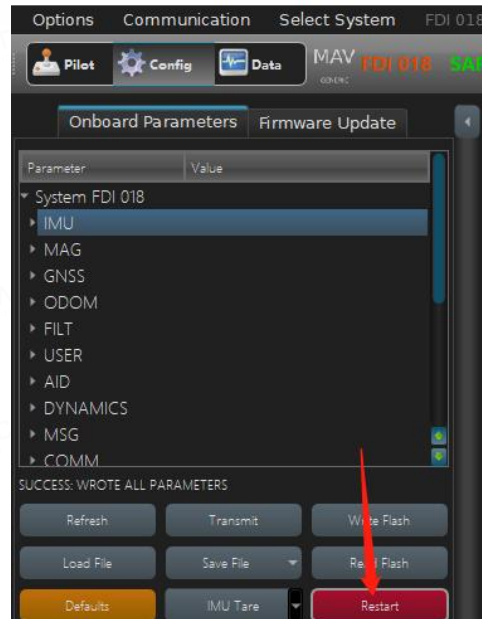


图 5.2.3 重新上电

- iv. 完成上面的步骤后, 将 GPS 模块与 N100N 惯导硬件相连接, 通过 Type-C 接口将 N100N 惯导连接至电脑中, 打开上位机(地面站)软件, 通过上位机的显示来判断 GPS 数据是否成功导入模块中, 如成功导入, 则在上位机右上角显示 GPS 3D 字样。如图所示。

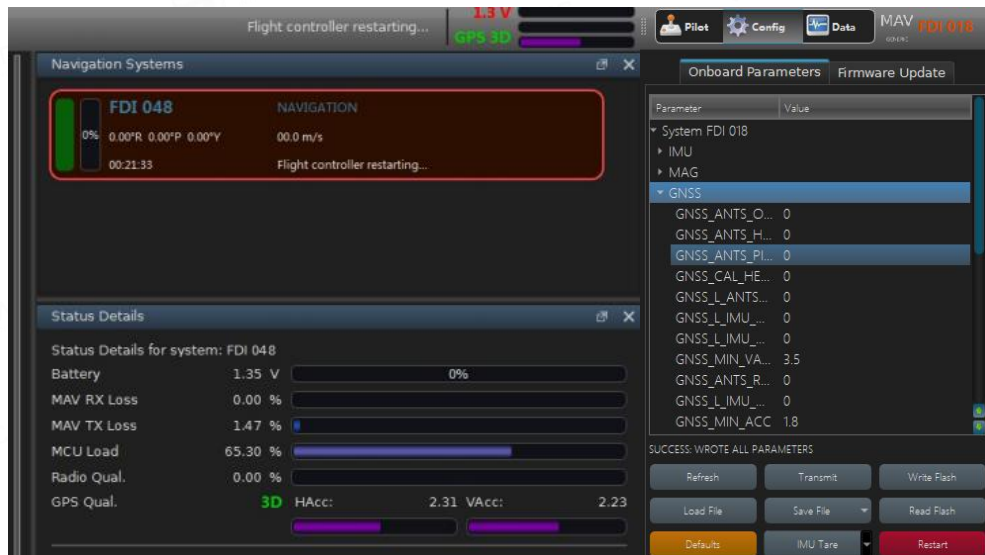


图 5.2.4 成功接入 GPS 数据与精度阈值查看

上图显示为 GPS 3D 模式, 此时水平定位精度 2.31 米, 垂直定位精度 2.23 米。

注意事项: 惯导融合 GPS 数据的前提是水平和垂直定位精度均达到米级, 具体阈值为水平定位精度 1.8 米, 垂直定位精度 3.5 米, 只有实际精度小于阈

值时 INS/GPS 融合才会生效。如果是 GPS 信号太差的话，融合就没有太大的意义，甚至会降低姿态原本的精度。该阈值可以在参数表里找到并进行修改，如图 5.2.4（右）所示。

- v. 打开 GPS 数据包。在上位机的 config 界面中找到 GEODETIC POS 这一项，设置发送数据频率为 50HZ。

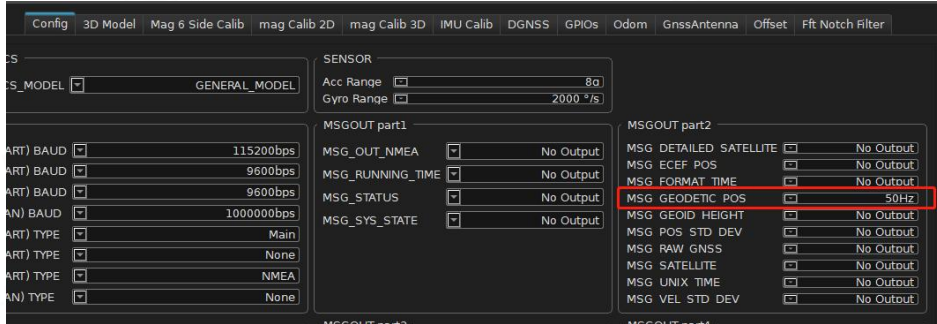


图 5.2.4 GEODETIC POS 配置

该项数据包为融合后的大地坐标系数据，包括经纬度和高度，以及精度。用户也可以使用 INS/GPS 的数据，此数据包在 config 界面同样能找到。
注意，在上位机中打开数据包后，ROS SDK 需要写对应的解析数据的程序。默认的程序中有写解析数据的代码。

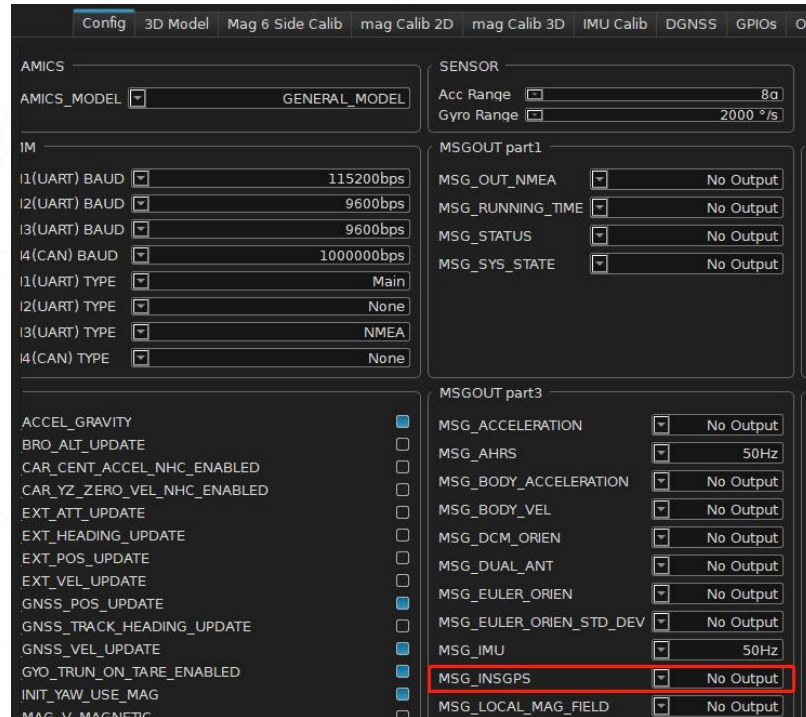


图 5.2.4 INS/GPS 配置

② ROS 功能包配置

在上位机中配置完后，N100N 惯导开始接收 GPS 的数据并进行融合，在串口 3 中读取 GPS 模块的数据，发出 GEODETIC POS 数据包，在 ROS SDK 中需要添加解析 GEODETIC POS 数据包的代码。

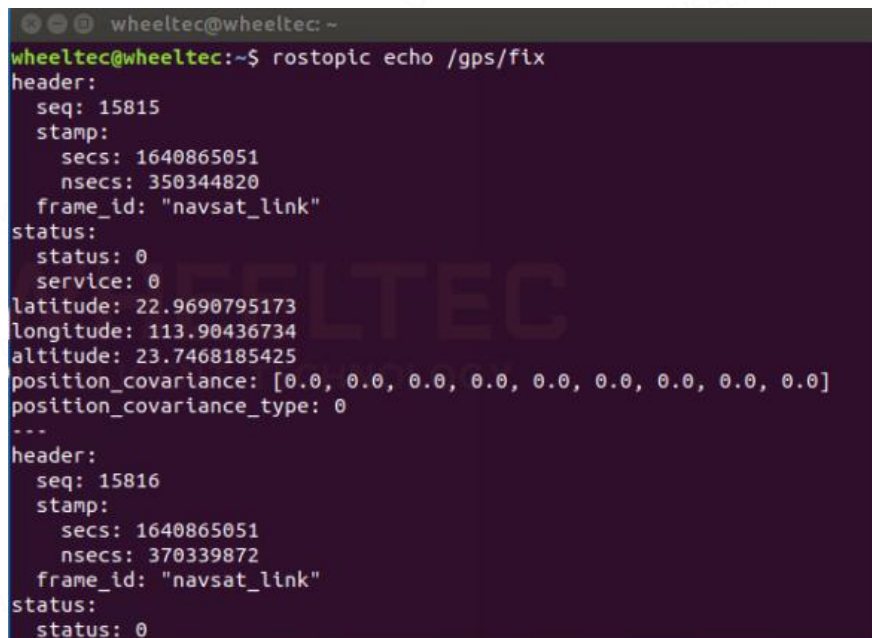
用户只需要将 WHEELTEC N 系列惯导资料 V3.0/2.ROS_SDK/2.WHEELTEC 100A 的文件解压后拷贝到 Linux 系统中，在工作空间下进行编译，按照 [4.3 ROS SDK 功能包使用](#) 这一小节步骤打开即可。

编译成功后，输入指令运行打开惯导

```
roslaunch fdilink_ahrs ahrs_driver.launch
```

成功运行后，输入指令查看当前经纬度信息。

```
rostopic echo /gps/fix
```



```
wheeltec@wheeltec: ~$ rostopic echo /gps/fix
header:
  seq: 15815
  stamp:
    secs: 1640865051
    nsecs: 350344820
  frame_id: "navsat_link"
status:
  status: 0
  service: 0
latitude: 22.9690795173
longitude: 113.90436734
altitude: 23.7468185425
position_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
position_covariance_type: 0
---
header:
  seq: 15816
  stamp:
    secs: 1640865051
    nsecs: 370339872
  frame_id: "navsat_link"
status:
  status: 0
```

图 5.2.5 查看当前经纬度数据

6. 问询输出

WHEELTEC N200、WHEELTEC N300 使用问询输出的步骤 WHEELTEC N100 的一致。

WHEELTEC N100 默认使用固定频率输出模式，还有另外一种读取数据的方式为问询输出（也可称为数据帧请求）。这种方式在 WINDOWS 环境中使用。

打开“WHEELTEC N100 惯导资料\4.软件工具目录”文件夹下的 MSG 获取工具，解压到本地。双击打开获取测试.exe，会出现如下界面：



图 6.1 问询工具

数据帧允许用户通过问答形式获取导航系统的数据，发送需要获取的数据帧的 ID 编号，以及偏移 Offset 系统会返回当前时刻的对应数据输出，如果该数据帧被设置成固定频率输出，则会持续实时返回对应数据。

演示：查看 MSG_IMU 数据包中的 Gyroscope_Y 数据，根据查看《WHEELTEC N100 通信协议》得到，MSG_IMU 数据包的 MSG ID 是 0x40，Gyroscope_Y 的偏移 Offset 为 4，查看结果以 float32 小数显示，连接上串口之后：




图 6.2 使用问询工具读取某个数据

7. 电路设计

7.1 WHEELTEC N 系列核心板

使用 3.3V LDO 耐压电源供电，设计滤波电路保证良好的电源质量，所有对外接口请尽量设计 ESD 防护，以免设备损坏。

模组上有磁力计传感器，用户使用时应注意远离大功率，强磁干扰源(如大电机)。MEMS 器件精度会受到温度剧烈变化影响，请远离大发热源。

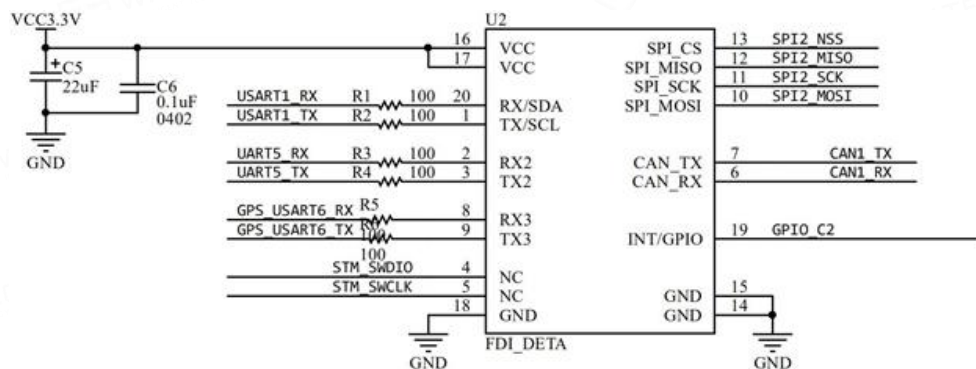


图 7.1 WHEELTEC N100 核心板外围电路

8. 电器性能和可靠性

下表为模块部分管脚电压的最大耐受值

表 8.1 绝对最大值

参数	最小值	最大值	单位
PIN 1-20	-0.3	5.5	V

表 7.2 WHEELTEC N100 工作温度

数	最小	典型	最大	单位
正常工作温度	-35	+25	+75	°C
扩展工作温度	-40		+85	°C

8.1 静电防护

在模块应用中，由于人体静电、微电子间带电摩擦等产生的静电，通过各种途径放电给模块，可能会对模块造成一定的损坏，因此 ESD 防护应该受到重视。在研发、生产组装和测试等过程中，尤其在产品设计中，均应采取 ESD 防护措施。例如，在电路设计的接口处以及易受静电放电损伤或影响的点，应增加防静电保护；生产中应佩戴防静电手套等。

9. 机械尺寸

9.1 尺寸说明

WHEELTEC N100 产品尺寸如下图所示。（N100 惯导存在多个版本，所有版本的机械外形尺寸与孔位是相同的）

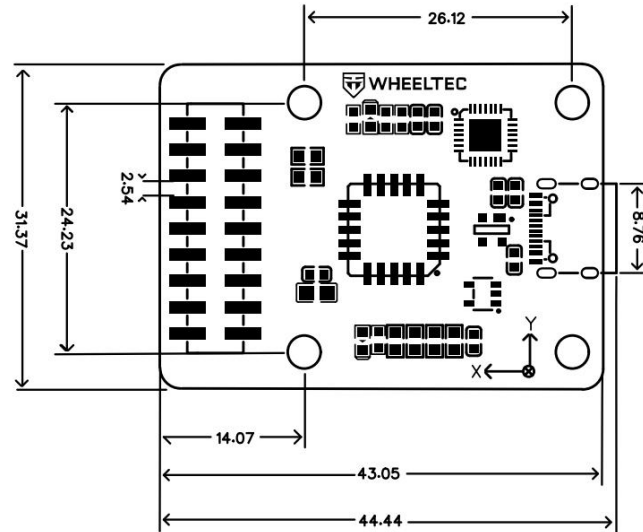


图 9.1 WHEELTEC N100 板子尺寸

WHEELTEC N200 与 WHEELTEC N300 产品尺寸如下图所示。（N200 与 N100 惯导底板存在多个版本，所有版本的机械外形尺寸与孔位是相同的）

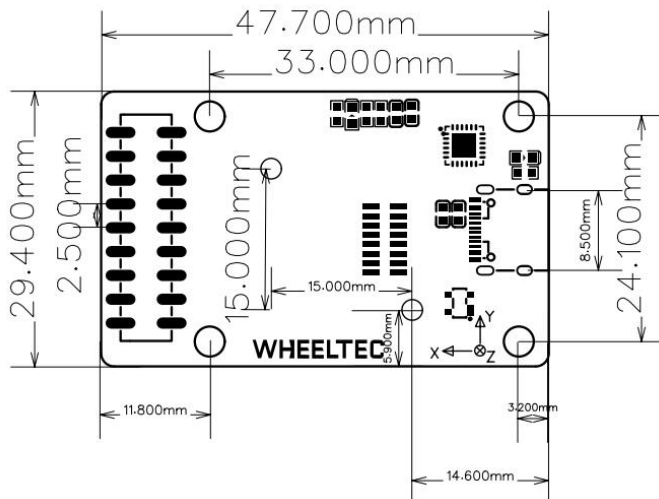


图 9.2 WHEELTEC N200、N300 板子尺寸

9.2 包装说明

WHEELTEC N100 模块采用防静电密封袋将其封装。

10. 常见问题汇总

10.1 修改波特率

问题一：我使用的硬件平台不支持模块默认的 921600 波特率，需要将其降低为 115200 波特率应该怎么操作？

答：连接上位机后，在 Config 界面将 COMM1(UART)BAUD 从 921600 调整为 115200，然后点击 Save to FDI->Save to Permanent 进行保存写入，最后点击 Restart 按钮重启，选择 115200 波特率重新连接上位机即可，如下图所示：

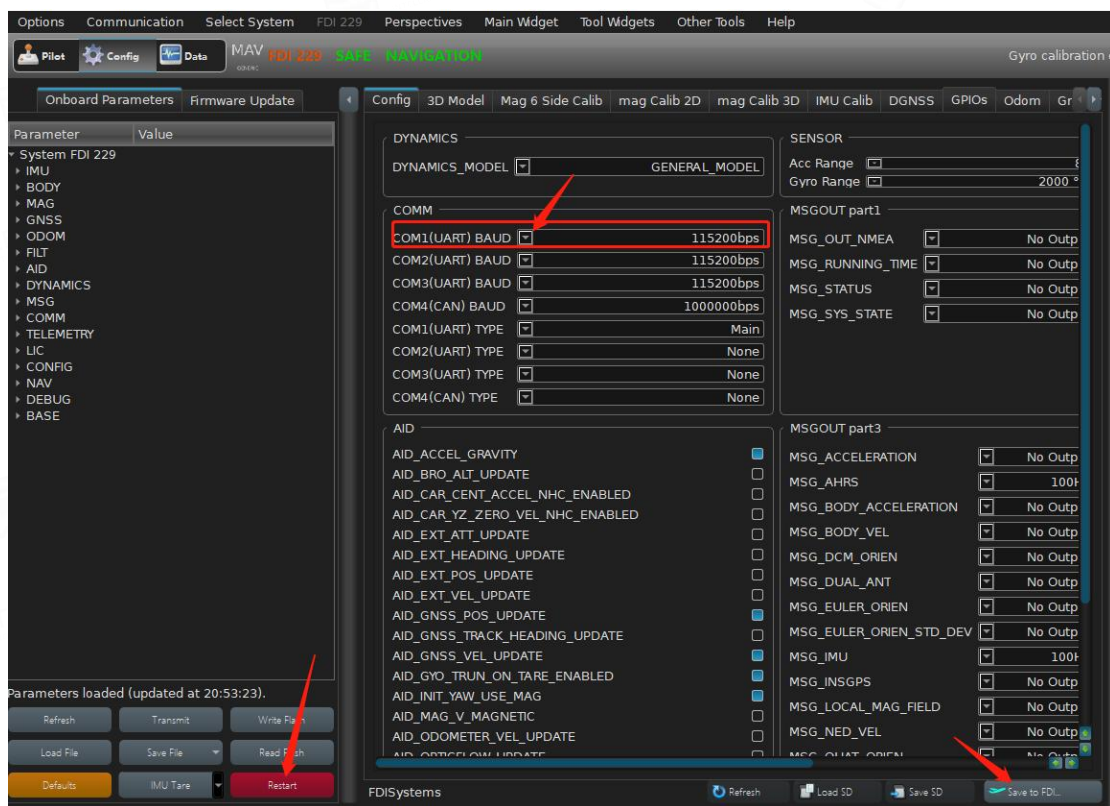


图 10.1 WHEELTEC N100 修改波特率

10.2 修改数据包发布频率

问题二：如何修改 AHRS 数据包的频率为 10Hz？最大频率是多少？

答：修改 AHRS 数据包的频率在 config 界面里，截取的一部分如下图所示，只要将 MSG_AHRS 的频率修改为 10Hz 即可，同时记得点击 Save to FDI->Save to Permanent 进行保存写入；上图所示的 No Output 说明对应的数据包没有打开，如果需要获取其它数据类型，则需要将其修改为用户需要的输出频率即可。每个数据包里具体是什么数据类型可以从《FDILINK 通讯协议》文档中获得。数据包发布的最大频率为 400HZ。

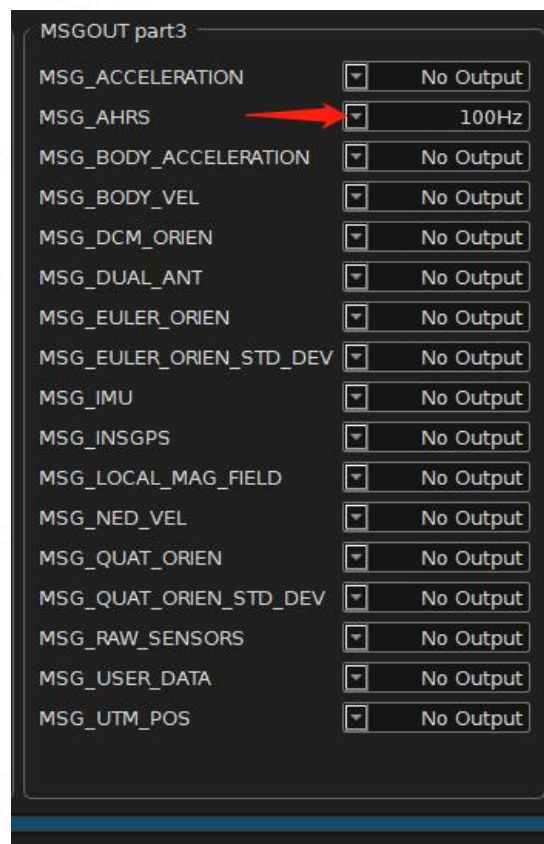


图 10.1 WHEELTEC N100 修改数据发布频率

10.3 串口数据输出 FC F0

问题三：串口调试助手输出打印的 16 进制数据不再以 FC 开头并以 FD 结尾是怎么回事，为什么会出现 FC F0？

答：从《FDILINK 通讯协议》文档中可知，输出的 16 进制的数据格式均以 FC 开头并以 FD 结尾。如果打印的数据里没有该形式的数据，原因可能为：

1. 波特率设置错误。
2. 连接过上位机后未断电重启则使用串口调试助手读取数据，解决该问题只需要将模块重新上电即可。

需要说明的是，即使没有连接上位机，串口调试助手仍然会输出 1Hz 的心跳包数据 FC F0 用于上位机通信，但这不会影响其他数据的发送。

10.4 模块上电姿态数据漂移

问题四：模块每次上电后姿态一直在漂移是怎么回事，明明模块是静止放置的？

答：该问题的根本原因大概率是模块启动时计算的陀螺仪静态零偏有误，解决方法如下：

1. 确保模块静止的前提下对模块重新上电，观测此时姿态是否仍然在漂移。
2. 如果姿态仍然在漂移，在静止条件下点击 Gyro Tare 按钮进行陀螺仪静态零偏的重新计算，接着点击 write flash 按钮写入。该按钮功能说明见 [3.2 小节系统调平和参数导入导出](#)。
3. 进行完 2 步骤后姿态仍然在偏移，用户需检查模块附近是否存在变化的磁场。（磁力计开关打开时），或者周围温度是否存在剧烈的变化。前者会导致航向角的漂移，后者会导致陀螺仪零偏发生改变，因为温度是导致陀螺仪零偏变化的主要原因。
4. 如果上述步骤操作完后仍然没有解决问题，则联系我们技术人员进行沟通交流。

需要说明的是，上位机中 FDIGroundStation SPKF 融合开关(左下角)中的 AID_GYO_TURN_ON_TARE_ENABLED 开关是默认打开的，其功能是上电时自动计算一次陀螺仪静态零偏，需要模块上电时静止放置，如果用户使用环境无法做到静止启动，则关闭该开关，否则上电后姿态可能漂移。