

轮趣科技

HI13R4 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	2025/04/23	第一次发布

网址: www.wheeltec.net

目录

1. 概述	3
1.1 HI13R4 惯导的简单介绍	3
1.2 HI13R4 参数说明	4
2. 接线说明与检测	4
2.1 驱动安装	4
2.2 上电检测	5
2.3 航向切换	7
2.4 方向定义	8
3. 校准与调平	10
3.1 姿态和航向角重置	10
3.2 磁力计校准	11
3.3 陀螺零偏校准	11
3.4 固件升级	12
4. UART 交互常用配置命令	13
5. ROS SDK 的移植使用	13
5.1 CP2102 固定串口号	13
5.2 ROS_SDK 功能包	14
5.3 ROS2_SDK 功能包	15

1. 概述

1.1 HI13R4 惯导的简单介绍

HI13R4 利用高性能 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。HI13R4 传感器通过 USB 接口进行数据传输，并且拥有丰富的用户配置。



图 1.1 HI13R4 惯导产品图

系统采用超核自定义二进制协议进行通讯，相关的数据格式以及协议请参考文档《HI13 指令与编程手册》，其核心算法原理简图如图 1.2 所示。

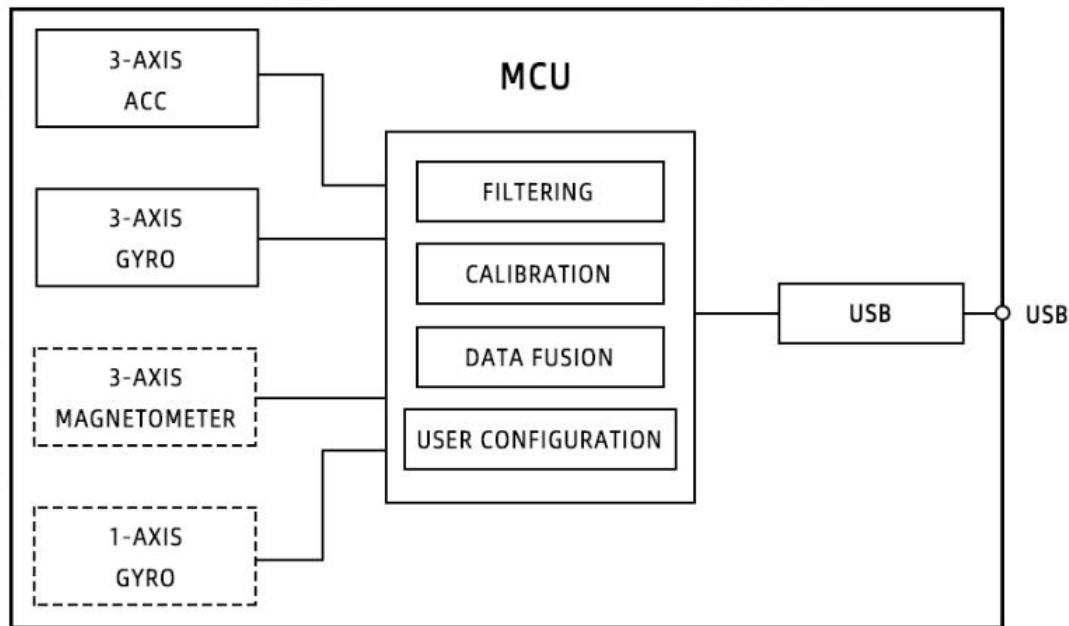


图 1.2 系统原理框图

1.2 HI13R4 参数说明

HI13R4 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。

HI13R4 硬件传感器参数如下图所示。

IMU	加速度计	陀螺仪	磁力计
量程	$\pm 12g$	$\pm 2000^{\circ} / s$	$\pm 20Gauss$
零偏不稳定性	18ug	$1.6^{\circ} / h$	\
零偏稳定性	35ug	$5^{\circ} / h$	\
随机游走	$0.04mg/s / \sqrt{h}$	$0.25^{\circ} / \sqrt{h}$	\
非线性度	$\pm 0.5\%FS$	$\pm 0.05\%FS$	\
零偏全温变化 ($-40 \sim 85^{\circ}C$)	1mg	$z: 0.015^{\circ} / s$ $y: 0.05^{\circ} / s$ $x: 0.03^{\circ} / s$	\
宽度(-3db)	145Hz	47Hz	200Hz

图 1.2.1 HI13R4 传感器硬件参数表

HI13R4 导航性能参数如下图所示。

姿态角精度		
参数	典型值	最大值
俯仰/横滚(静态)	0.15°	0.2°
俯仰/横滚(动态)	0.15°	0.2°
航向角静态漂移(6DOF)	0.15°	0.2°
航向角动态漂移(6DOF)	5°	\
航向角磁辅助(AHRS)	2°	3°
航向角旋转误差(6DOF)	$<0.8^{\circ}$	1.5°

图 1.2.2 HI13R4 导航性能参数表

2. 接线说明与检测

2.1 驱动安装

① Windows 端安装驱动

Windows 系统识别 HI13R4 惯导需要先安装驱动。

CP2102 驱动安装

打开附送资料包中的【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。

名称	修改日期	类型	大小
x64	2020/9/23 20:20	文件夹	
x86	2020/9/23 20:20	文件夹	
CP210xVCPInstaller_x64.exe	2016/3/28 22:38	应用程序	1,034 KB
CP210xVCPInstaller_x86.exe	2016/3/28 22:38	应用程序	911 KB
dpinst.xml	2016/3/28 22:32	XML 文档	12 KB
SLAB_License_Agreement_VCP_Windo...	2016/3/28 22:32	文本文档	9 KB
slabvcp.cat	2016/5/2 23:59	安全目录	11 KB
slabvcp.inf	2016/5/2 23:53	安装信息	12 KB

图 2.1.1 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 2.1.2 CP2102 驱动安装

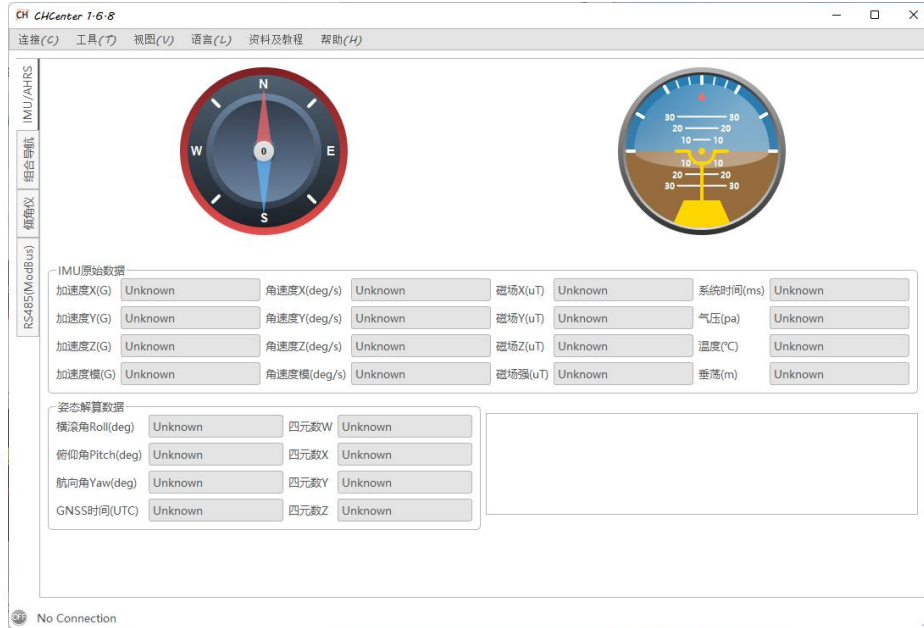
② Linux 端安装驱动

Linux 中一般不需要安装 CP2102 的驱动。

2.2 上电检测

1. 设备连接

将 IMU 模块通过 TYPE-C 转 USB 接至电脑后，打开【HI13R4 产品资料】\【软件工具】\【CHCenter 上位机】，双击 CHCenter.exe 打开上位机工具。



2.2.1 上位机设备连接界面



2.2.2 上位机设备连接界面自动连接

自动连接

1. 首先点击菜单栏的【连接】-->【自动连接】
2. 依次点击【扫描设备】-->选择模块-->【OK】
3. 检查左侧栏的产品信息和产品状态

手动连接

1. 首先点击菜单栏的【连接】-->【手动连接】
2. 点击【刷新】选择模块对应的串口（例如：com5），以及串口输出的波特率（默认波特率：115200），点击【OK】
3. 检查左侧栏的产品信息和产品状态



2.2.3 上位机设备连接界面手动连接

2. 方向检测:

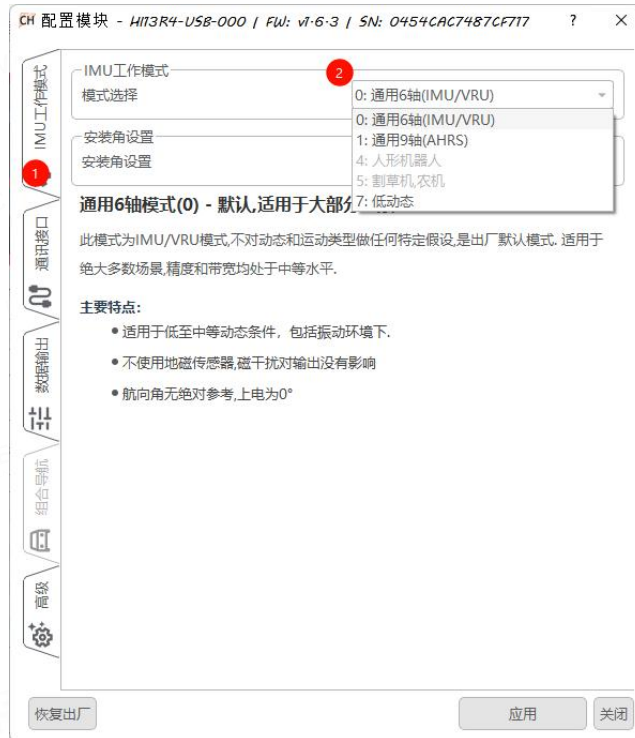
转动 HI13R4 模块, 根据【航向】、【横滚】、【俯仰】界面中模块位姿的变化可以验证 HI13R4 方向的准确性。



2.2.4 上位机 HI13R4 模块数据展示

2.3 航向切换

为了适应不同的应用场景需求, HI13R4 支持【通用 6 轴(IMU/VRU)】、【通用 9 轴(AHRS)】、【低动态】三种模式切换。



2.3.1 上位机功能配置界面

1. 在菜单栏中分别依次点击【工具】→【配置模块(串口)】→【IMU工作模式】。
2. 在【IMU工作模式】→【模式选择】选项中，根据需求选择【通用6轴(IMU/VRU)】、【通用9轴(AHRS)】、【低动态】模式。

2.4 方向定义

HI13R4 载体系使用 右-前-上 (RFU) 坐标系，地理坐标系使用 东-北-天 (ENU)坐标系。加速度和陀螺仪轴向如下图所示：

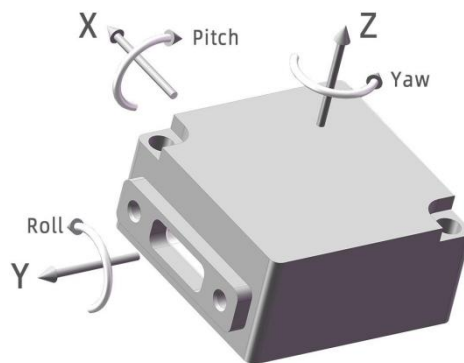


图 2.4.1 坐标系定义

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【HI13 指令与编程手册】

-->【2.模块配置命令】。

2.5 修改波特率和频率

注意: 由于串口速率带宽限制, 输出频率超过 100Hz, 需要先将波特率提升到更高例如 460800。数据输出频率要提升为 1000Hz 时, 请先将波特率提升到 921600。



图 2.5.1 切换波特率设置

1. 在菜单栏中分别依次点击【工具】→【配置模块(串口)】→【通讯接口】。
2. 在【通讯接口】-->【波特率】选项中, 根据需要切换波特率设置



图 2.5.2 切换输出频率设置

- 在菜单栏中分别依次点击【工具】→【配置模块(串口)】→【数据输出】。
- 在【数据输出】→【HI91(浮点二进制 IMU 数据)】选项中，根据需要切换频率设置

3. 校准与调平

3.1 姿态和航向角重置

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，可以进行姿态角重置。

自动校平(适用于机器人 IMU 产品): 如果当前俯仰角/横滚角接近 0,0(水平正面放置), 则自动校准到 0,0。如果当前俯仰角/横滚角接近 0° 或 180° (水平倒放), 则自动校准到 0° ,180°。其中,“接近”定义为 Pitch Roll 均小于 5°。

- 在菜单栏中分别依次点击【工具】→【配置模块(串口)】→【高级】。
- 在【调试命令】中，发送【CONFIG ATT RST 3】
- 点击【写入】，最后点击【应用】

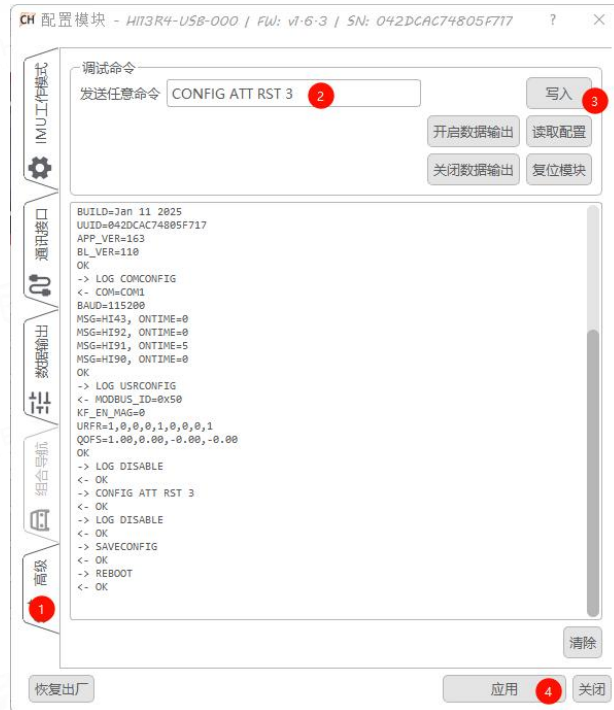


图 3.1.1 上位机配置模块自动校平

3.2 磁力计校准

参考【HI13 指令与编程手册】-->【8.地磁校准】

3.3 陀螺零偏校准

在使用 HI13R4 系列模块时，可能会出现输出位姿数据波动较大的状况，需要对系统进行零偏校准操作。

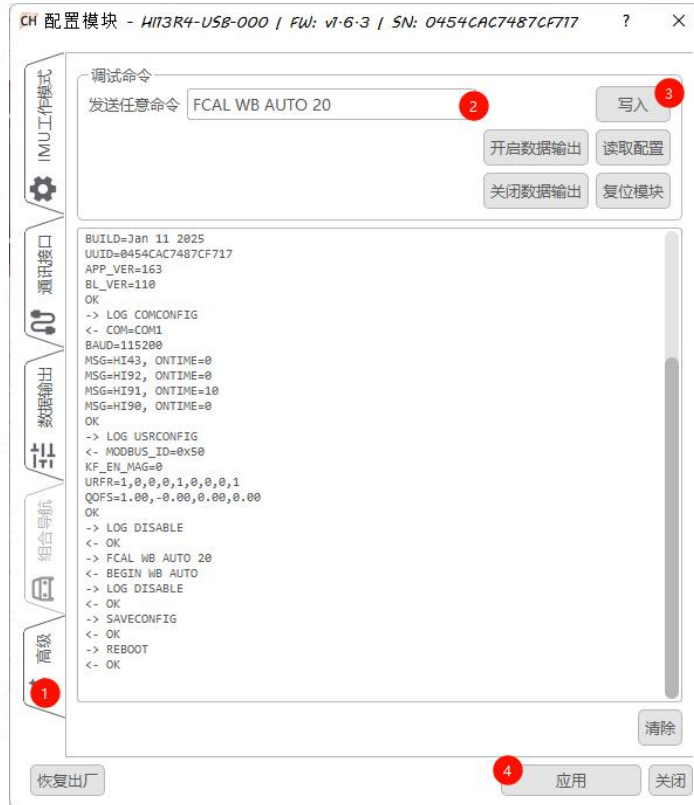


图 3.3.1 上位机配置模块零偏校准

1. 在菜单栏中分别依次点击【工具】→【配置模块(串口)】→【高级】。
2. 在【调试命令】中，发送【FCAL WB AUTO 20】，等待 30s 计算成功
3. 点击【写入】，最后点击【应用】

注：在估算陀螺仪零偏值的过程中，请保持设备的静止。如果在估算过程中设备产生了运动，有可能导致设备输出性能异常。

3.4 固件升级

HI13R4 支持固件升级功能。用户可以使用 CHCenter 上位机来使用该功能。

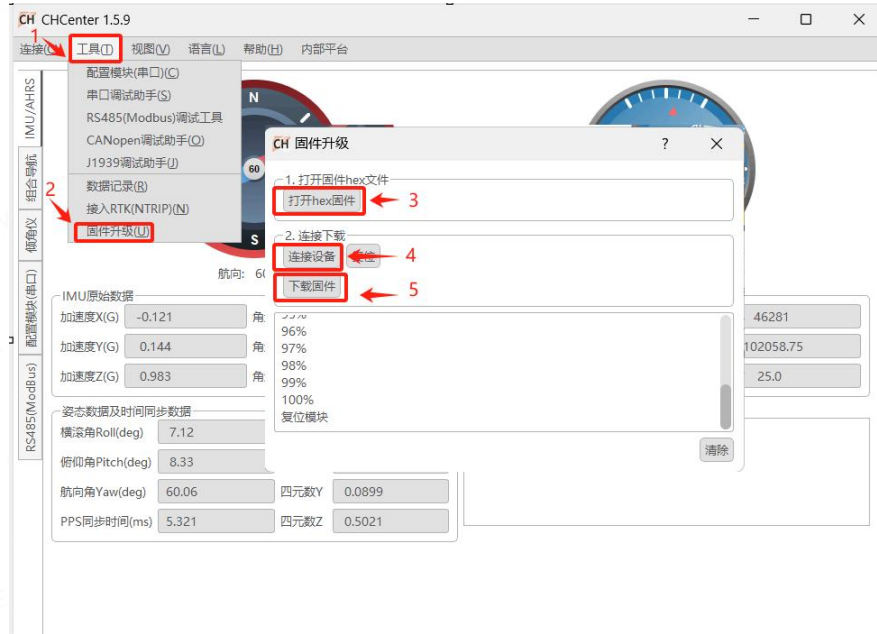


图 3.4.1 上位机固件升级界面

1. 在菜单栏中分别依次点击【工具】→【固件升级】。
2. 在【固件升级】界面中，点击【打开 hex 固件】，选择 .hex 文件
3. 点击【连接设备】并【下载固件】

4. UART 交互常用配置命令

用户可以参考【H13 指令与编程手册】-->【2.模块配置命令】。

5. ROS SDK 的移植使用

5.1 CP2102 固定串口号

外设对应的串口号通常都是主控根据设备连接顺序来设置的，如 CP2102 的设备名一般为【ttyUSBx】，一般都是会变化的，为了避免找不到设备的情况，这里可以通过给 USB 设备固定串口号、创建别名的方式来解决。

① 修改串口号

在 Windows 中需要把 HI13R4 模块上的 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：

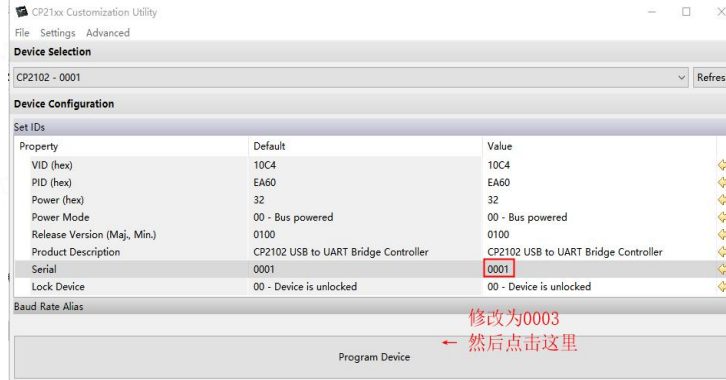


图 5.1.1 修改串口号

② 设备创建别名

对应的脚本文件存放在【资料包\ROS_SDK\ROS_Melodic\hipnuc_imu】文件夹下的 `wheeltec_udev.sh` 文件中，在该文件目录下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 wheeltec_udev.sh`

执行脚本：`sudo ./wheeltec_udev.sh`

③ 正常使用

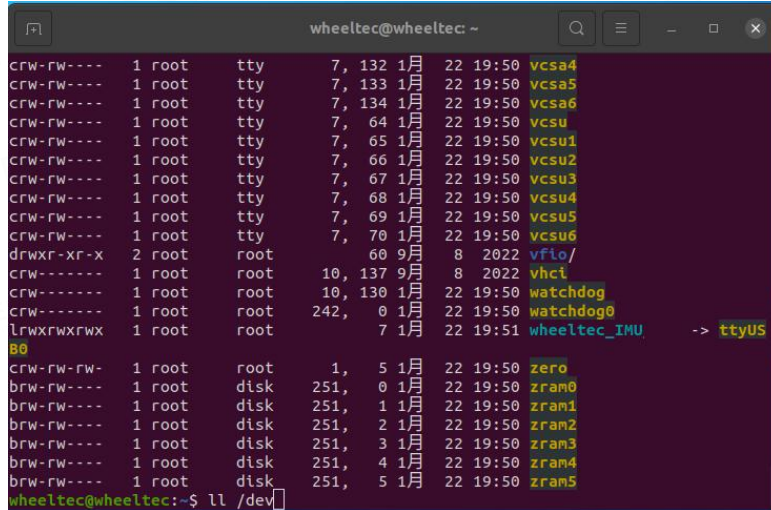


图 5.1.2 修改串口号

把 HI13R4 模块连接到 ROS 主控，在终端运行：`ll /dev` 查看设备

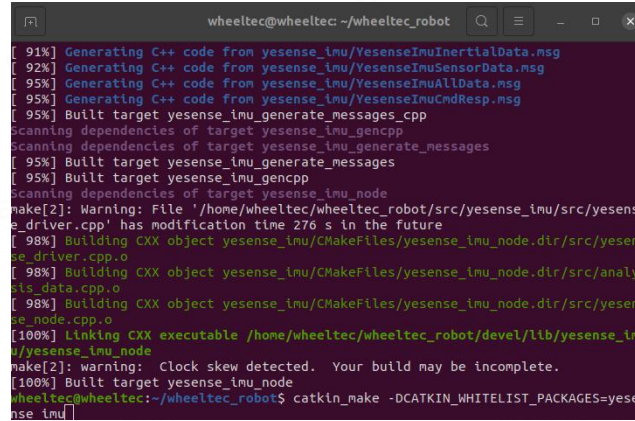
5.2 ROS_SDK 功能包

将【HI13R4 惯导资料\ROS_SDK】文件夹下的【ROS_Melodic】下的功能包

拷贝到工作空间的 src 文件夹下。

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=hipnuc_imu
```



```
wheeltec@wheeltec: ~/wheeltec_robot
[ 91%] Generating C++ code from yesense_imu/YesenseInuInertialData.msg
[ 92%] Generating C++ code from yesense_imu/YesenseInuSensorData.msg
[ 95%] Generating C++ code from yesense_imu/YesenseInuAllData.msg
[ 95%] Generating C++ code from yesense_imu/YesenseInuCmdResp.msg
[ 95%] Built target yesense_imu_generate_messages_cpp
Scanning dependencies of target yesense_imu_gencpp
Scanning dependencies of target yesense_imu_generate_messages
[ 95%] Built target yesense_imu_generate_messages
[ 95%] Built target yesense_imu_gencpp
Scanning dependencies of target yesense_imu_node
make[2]: Warning: File '/home/wheeltec/wheeltec_robot/src/yesense_imu/src/yesense_driver.cpp' has modification time 276 s in the future
[ 98%] Building CXX object yesense_imu/CMakeFiles/yesense_imu_node.dir/src/yesense_driver.cpp.o
[ 98%] Building CXX object yesense_imu/CMakeFiles/yesense_imu_node.dir/src/analysis_data.cpp.o
[ 98%] Building CXX object yesense_imu/CMakeFiles/yesense_imu_node.dir/src/yesense_node.cpp.o
[100%] Linking CXX executable /home/wheeltec/wheeltec_robot/devel/lib/yesense_imu/yesense_imu_node
make[2]: warning: Clock skew detected. Your build may be incomplete.
[100%] Built target yesense_imu_node
wheeltec@wheeltec: ~/wheeltec_robot$ catkin_make -DCATKIN_WHITELIST_PACKAGES=yesense_imu
```

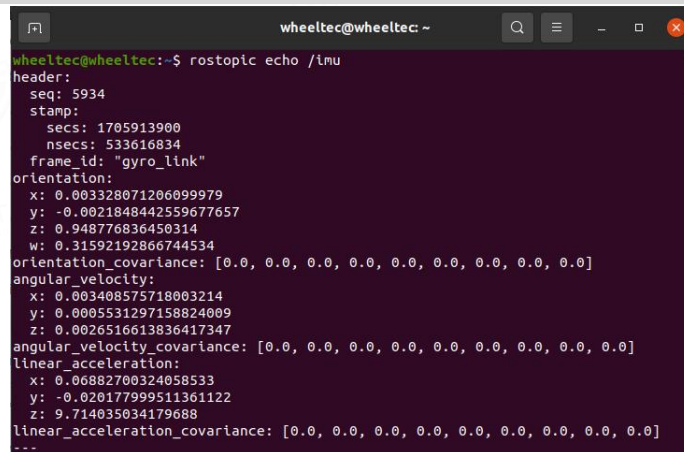
图 5.2.1 编译 SDK

输入指令运行打开惯导

```
roslaunch hipnuc_imu imu_msg.launch
```

输入指令打印 imu 的数据

```
rostopic echo /imu
```



```
wheeltec@wheeltec: ~
wheeltec@wheeltec:~$ rostopic echo /imu
header:
  seq: 5934
  stamp:
    secs: 1705913900
    nsecs: 533616834
  frame_id: "gyro_link"
orientation:
  x: 0.003328071206099979
  y: -0.0021848442559677657
  z: 0.948776836450314
  w: 0.31592192866744534
orientation_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
angular_velocity:
  x: 0.003408575718003214
  y: 0.0005531297158824009
  z: 0.0026516613836417347
angular_velocity_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
linear_acceleration:
  x: 0.06882700324058533
  y: -0.020177999511361122
  z: 9.714035034179688
linear_acceleration_covariance: [0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0]
---
```

图 5.2.2 数据查看界面

5.3 ROS2_SDK 功能包

将【HI13R4 惯导资料\ROS_SDK】文件夹下的【ROS2】文件下的文件拷贝到工作空间的 src 文件夹下。

打开终端，在工作空间路径下运行以下指令进行编译，首先需要编译数据接口相关文件：

```
colcon build --packages-select hipnuc_imu
```

编译完成之后，将 IMU 模块连接在电脑上，输入指令运行打开惯导

```
ros2 launch hipnuc_imu imu_spec_msg.launch.py
```

输入指令打印 imu 的数据

```
ros2 topic echo /imu_data_ros
```